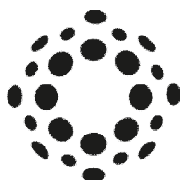


Harri Liukkonen

TURVETUOTANTOALUEIDEN
PINTAVALUTUSKENTTIEN
TOIMIVUUS SAARIJÄRVEN
REITILLÄ

Opinnäytetyö
Ympäristötekniikka


Lokakuu 2014



MAMK


University of Applied Sciences

KUVAILEHTI

 MAMK University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 8.10.2014
Tekijä(t) LIUKKONEN, Harri	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Ympäristötekniologia
Nimeke Turvetuotantoalueiden pintavalutuskenttien toimivuus Saarijärven reitillä	
Tiivistelmä <p>Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena tutkia turvetuotantoalueiden ympärivuotisesti toimivien pintavalutuskenttien toimivuutta Saarijärven reitillä Keski-Suomessa. Tutkimusta suoritettiin pintavalutuskentillä ja yhdellä kemikalointiasemalla. Lisäksi tarkasteltiin pintavalutuskenttien ominaisuuksien mahdollista vaikutusta niiden puhdistustehoon. Tutkimus tehtiin Keski-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen toimesta.</p> <p>Tutkimusta tehtiin kevään 2014 aikana, jolloin tutkimuskohteilta otettiin vesinäytteiden lisäksi virtaamatietoja. Virtaama mitattiin 11 pintavalutuskentältä (mittakaivot). Maastokäyntien yhteydessä otettiin valokuvia turvetuotantoalueiden vesienkäsittelyrakenteista; sarkaojarakenteet, laskeutusaltaat, virtaamansäätöpadot ja pintavalutuskentät.</p> <p>Tutkimusaineistoon lukeutui 15 pintavalutuskenttää ja yksi kemikalointiasema, jotka sijaitsivat pohjoisessa Keski-Suomessa Saarijärven reitillä yhdeksällä eri tuotantoalueella. Pintavalutuskenttien toimivuutta tarkasteltiin otettujen vesinäytetulosten, puhdistustulosten, konsultin saman ajankohdan vesinäytetulosten sekä osalta tutkimuskohteista pitkäaikaisten vedenlaatutietojen (2004–2014) avulla. Lisäksi maastokäyntien yhteydessä tarkastettiin pintavalutuskenttien toimivuus silmämääräisesti arvioiden.</p> <p>Kevät 2014 oli tavanomaista lämpimämpi ja varsinaista kevättulvaa ei ollut havaittavissa, johtuen vähälumisesta talvesta. Tutkimusajankohdan sademäärän mittausta tapahtui Jyväskylän Tikkakosken lentokentän sääasemalta, joka on noin 50–80 kilometrin etäisyydellä tutkimuskohteista. Pintavalutuskenttien puhdistusreduktioiden keskiarvot olivat kiintoaineella 56,2 %, typellä 21,3 %, fosforilla 5,2 % ja COD_{MN} – 23,7 %. Tutkimustulokset osoittivat pintavalutuskenttien toimivan melko hyvin ainoastaan kiintoaineen pidättäjänä. Ravinteiden osalta jäätiin huonoon puhdistustulokseen ja humusta pääasiassa huuhtoutui jokaiselta tutkimuskohteelta.</p> <p>Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää tarkasteltaessa tämän hetkisen parhaan käyttökelpoisen tekniikan (pintavalutuskentät) toimivuutta turvetuotannon vesiensuojelussa. Tutkimustulokset hyödyntävät osaltaan niin viranomaisvalvontaa kuin toiminnanharjoittajan turvetuotantoa sekä vesiensuojelun kannalta tärkeää turvetuottajan omavalvontaa.</p>	

Asiasanat (avainsanat) Pintavalutuskenttä, Saarijärven reitti, turvetuotanto, ympäristönsuojelu		
Sivumäärä 88	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä) 88 +10 sivua		
Ohjaavan opettajan nimi Arto Sormunen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Keski-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäris- tökeskus	

DESCRIPTION

 MAMK University of Applied Sciences	Date of the bachelor's thesis 8.10.2014
Author(s) LIUKKONEN, Harri	Degree programme and option Environmental engineering
Name of the bachelor's thesis The functionality of overland flow on the peat production areas by the Saarijärvi water way.	
Abstract <p>This thesis aimed to explore the functionality of the throughout the year working overland flow on the peat production areas by the Saarijärvi water way in Central Finland.</p> <p>The study was carried out on overland flow areas and at one chemicalization station. In addition the mentioned the potential impact of the overland flow characteristics on the cleaning efficacy was surveyd. The study was commissioned by the Centre for Economic Development, Transport and the Environment in Central Finland.</p> <p>The study was carried out in spring 2014 at the same time when the flowing rate data was re-searched in addition to water samples. The flowing was measured on 11 overflow areas (measuring wells). Water treatment structures of the peat production as well as field ditches, sedimentation, flow control dams and overland flow areas were photographed during the gross country.</p> <p>The corpus consists of 15 overland flows and one chemicalization station located the Northern part of Central Finland on nine peat production areas by the Saarijärvi water way. The functionality of the overland flow was monitored using the data of water samples, cleaning samples and the at the same time acquired data by an outside consultant and in addition using the long term water quality data (2004 – 2014) for the part of the research subject. Furthermore the functionality of the overland flow areas was monitored visually in connection with the cross country visits.</p> <p>Spring 2014 was warmer than usual and there was no ordinary spring flood to be detected, due to the lack of winter snow. The rainfall during the survied time was measured at the weather station of the Tikkakoski – Jyväskylä airport located 50 – 80 km from the research areas.</p> <p>The average of the cleaning reduction on the overland flow areas was 56. 2 % with solid, 21.3 % with nitrogen, 5.2 % with phosphorus and CODMn 5.2 – 23.7 %. The results indicate the overland flow working reasonable only for solid trapping. For nutrient the cleaning results are poor and humus mainly washed out for each study unit.</p> <p>The research results can be utilized in monitoring the functionality of the current best available technology (overland flow) on the water protection of the peat production. The research results contribute the regulatory supervision as well as the peat production of the operator and the self control of the operator; important from the water protection standpoint.</p>	

Subject headings, (keywords)		
Overland flow, Saarijärvi water way , peat production, environmental protection		
Pages 88	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
88 + 10 pages		
Tutor Arto Sormunen	Bachelor's thesis assigned by Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Central Finland.	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TEORIAA.....	2
2.1.	Turvetuotannon vesienkäsittelymenetelmän valinta	2
2.2	Turvetuotannon perustason vesienkäsittelymenetelmät	4
2.2.1	Eristysojat	4
2.2.2	Sarkaojarakenteet (Lietesyvennykset ja lietteenpidättimet)	5
2.2.3	Virtaamansäätö.....	5
2.2.4	Laskeutusallas	7
2.3	Paras käyttökelpoinen tekniikka.....	8
2.3.1	Kasvillisuuskenttä	9
2.3.2	Kosteikko	11
2.3.3	Ojittamaton pintavalutuskenttä	12
2.3.4	Ojitettu pintavalutuskenttä.....	15
2.3.5	Kemiallinen vesienkäsittely	17
2.4	Lainsäädäntö ja muut ohjauskeinot turvetuotannossa	19
2.4.1	Ympäristönsuojelulaki ja -asetus	19
2.4.2	Laki ja asetus ympäristövaikutusten arvioinnista.....	20
2.4.3	Luonnonsuojelulaki ja -asetus.....	20
2.4.3	Vesilaki ja -asetus.....	21
2.4.4	Laki ja asetus vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä.....	22
2.4.5	Jätelaki ja -asetus.....	22
2.4.6	Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje	23
2.4.8	Kymijoen–Suomen vesienhoitosuunnitelma vuosille 2009–2015	23
2.4.10	Keski-Suomen pintavesien toimenpideohjelma vuoteen 2015	24
2.5	Turvetuotannon valvonta	25
2.5.2	Ympäristönsuojelulain mukainen valvonta.....	26
2.5.3	Muu valvonta	27
2.6	Turvetuotannon velvoitetarkkailut	29
2.6.1	Käyttötarkkailu	31
2.6.2	Päästötarkkailu	31
2.6.3	Vesistötarkkailu.....	33
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	34

3.1	Saarijärven reitti	34
3.2	Saarijärven reitin vesistöjen tila	35
3.3	Tutkimuskohteet.....	37
3.3.1	Pajumäensuo	38
3.3.2	Pirtti-Peurusuo.....	40
3.3.3	Peuralinnanneva	41
3.3.4	Ahvenlamminsuu.....	42
3.3.5	Savonneva (Mustanevan lohko).....	43
3.3.6	Kaijansuo	44
3.3.7	Kahasuo	46
3.3.8	Haapisuo	47
3.3.9	Piuharjunneva.....	48
3.4	Tutkimuksen tavoitteet	49
3.5	Tutkimusmenetelmät	50
3.6	Tutkimusanalyysit	51
4	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU.....	52
4.1	Pitoisuusreduktiot tuotantoalueittain.....	52
4.2	Pintavalutuskenttien reduktiot	53
4.2.1	Piuharjunnevan tuotantoalue	53
4.2.2	Pirtti-Peurusuon tuotantoalue	54
4.2.3	Kaijansuon tuotantoalue.....	54
4.2.4	Savonnevan tuotantoalue	55
4.2.5	Haapisuon tuotantoalue.....	56
4.2.6	Kahasuon tuotantoalue	56
4.2.7	Ahvenlamminsuon tuotantoalue	57
4.2.8	Pajumäensuon tuotantoalue.....	58
4.2.9	Peuralinnannevan tuotantoalue.....	58
4.3	Tulosten tarkastelu	59
4.3.1	Pintavalutuskenttien toimivuus	59
4.3.2	Sadanta ja lämpötila.....	67
5	POHDINTA	68
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	70
	LÄHTEET	72

LIITTEET

Liite 1. Saarijärven reitin valumaosa-alueet

Liite 2. Piuharjunnevan purkautuvan veden laatu 2009 - 2010

Liite 3. Haapisuon purkautuvan veden laatu 2012 – 2013 / Piuharjunnevan purkautuvan veden laatu 2008

Liite 4. Tutkimusaineisto pintavalutuskentän pinta-alan ja reduktion riippuvuuden laskemiseksi

Liite 5. Turvetuotannon ympäristönsuojelun omavalvontalomake

Liite 6. Tutkimuksen vesinäytetulokset

Turvetuotannon terminologiaa

Adsorptio	Fysikaalinen prosessi, jossa kaasumainen aine tai neste muodostaa ohuen kalvon kiinteään aineen pintaan.
Ammonifikaatio	Tapahtuma, jossa mikrobit vapauttavat kuolleista eliöistä typpeä muuttamalla sen ammoniakiksi
BAT	Best available techniques, paras käytettävissä oleva tekniikka
Bruttopäästö	Turvetuotannosta aiheutuvan ja alueelta luontaisesti poistuvan aineen yhteenlaskettu kokonaispäästö
Denitrifikaatio	Denitrifikaatiossa nitraattityppi muutetaan bakteerien toimesta kaasumaiseksi typeksi.
Eristysoja	Oja, jolla tuotantoalue eristetään muusta alueesta
Humus eli mullas	Humus on luonnonvesien eloperäistä eli orgaanista, hajonnutta tai osittain hajonnutta ainetta, joka sisältää hiiltä.
Huuhtouma	Valunnan mukana tuleva ainekuormitus
Interpolaatiomenetelmä	Lineaarisisessa interpolaatiomenetelmässä ainevirtaama lasketaan jokaiselle vuorokaudelle erikseen kertomalla ainepitoisuus ko. vuorokauden keskivirtaamalla siten, että havaintopäivien välisille päiville ainepitoisuudet määritetään havaintopäivien välisen suoran mukaisesti.
Jälkihoito	Turvetuotannosta poistuneen alueen siistiminen, rakenteiden poistaminen ja mahdollinen ojitus. Turvetuottaja vastaa turvetuotantoalueen jälkihoidosta.
Jälkikäyttö	Turvetuotannosta poistuneen alueen uusi käyttömuoto, esim. metsitys, kosteikko tai viljely.
Kemiallinen vedenpuhdistus	Vesien puhdistusmenetelmä, joka perustuu veteen lisättävien kemikaalien kykyyn saostaa veteen liuenneita aineita, jolloin ne voidaan poistaa laskeuttamalla.
Kiintoaine	Veteen liukenematon kiinteä orgaaninen tai epäorgaaninen aines
Kokoojaoja	Sarkaojista laskevat vedet kokoava vesiensuojelurakenteille johtava oja

Kuntoonpanovaihe	Ajanjakso ennen tuotannon aloittamista, jolloin rakennetaan vesiensuojelurakenteet ja tehdään peruskuivatus sekä muotoillaan suon pinta.
Laskeutusallas	Vesienkäsittelyrakenne, jossa erottuvat vedessä olevat hiukkaset painuvat altaan pohjalle painovoiman vaikutuksesta.
Laskuoja	Oja, jonka kautta tuotantoalueelta tulevat vedet johdetaan alapuoliseen vesistöön.
Mittapato	Tuotantoalueen vesienkäsittelyjärjestelmien alapuolella oleva pato, jonka avulla voidaan seurata alueelta purkautuvan veden määrää eli virtaamaa (esim. l/s).
Nettopäästö	Turvetuotantoalueelta lähtevä päästö, joka saadaan kunmitatusta/lasketusta päästöstä vähennetään arvioitu luonnonhuuhtouma.
Nitrifikaatio	Reaktio, jossa ammoniumtyppi hapetetaan nitraatiksi.
Omavalvonta	Toiminnanharjoittajan toimesta tehtävä, järjestelmällinen ja dokumentoitu turvetuotantoalueen ympäristöasioiden tarkastus.
Ominaispäästö	Tuotantoalueelta alapuoliseen vesistöön johdettavien aineiden määrä aikayksikössä tiettyä pinta-alayksikköä kohden (esim. g/ha/d). Voidaan ilmoittaa bruttona ja nettona.
Periodimenetelmä	Ainevirtaama lasketaan vuoden jokaiselle päivälle erikseen kunkin päivän havaittua virtaamaa hyödyntäen.
Pienkemikalointi	Ilman sähköä toimiva vesienkäsittelymenetelmä, jossa kemikaalin avulla saostetaan haitta-aineita.
Pintavalutuskenttä	Vesienkäsittelyrakenne, johon turvetuotantoalueen kuivatusvedet johdetaan. Alue on luonnontilainen ja luonnontilaisen kaltainen ojitettu suo, jossa on suokasvillisuutta.
PVK	Pintavalutuskenttä
Päästötarkkailu	Tuotantoalueelta lähtevien päästöjen seuranta mittaamalla tai havainnoimalla.
Reduktio	Vesienkäsittelyrakenteen avulla saavutettava aineen poistuma.
TASO-hanke (TASO)	TASO-hankkeessa (2011-2013) kehitettiin turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelua. Hankkeessa tuotettiin tie-

toa vesistökuormituksesta sekä vesiensuojeluun ja mitoittamiseen liittyviä suosituksia, kehitettiin turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelun omavalvontaa sekä lisättiin tietoa toimialojen vesiensuojelusta. Hanke toteutettiin pääosin Saarijärven reitillä.

Vaikutustarkkailu	Tarkkailu, jossa selvitetään toiminnan vaikutuksia ympäristöön (mm. vesistö-, kalatalous-, pöly-, melutarkkailu).
Valuma	Valunta alueen pinta-alaa kohden ($l/s/km^2$).
Valuma-alue	Alue, jolta pinta- ja pohjavedet laskevat tiettyyn uoman kohtaan tai järveen.
Valunta	Valuma-alueelta virtauksien mukana kulkeutuva vesimäärä.
VAHTI	Ympäristönsuojelulain tarkoittama ympäristöhallinnon tietojärjestelmä.
Vesistökuormitus	Vesistöön tulevien aineiden määrä aikayksikössä, esim. kg/a.
Virtaama	Virtauskanavan poikkileikkauksen läpi kulkevan nestemäärän tilavuus aikayksikössä (m^3/s).
Ylivirtaama	Tilanne, jossa tuotantoalueelta lähtevä valunta on 10 – 15 -kertainen keskivaluntaan ($10 l/s/km^2$) verrattuna tai sateen rankkuus on suurempi kuin 20 mm/vrk.
YSA	Ympäristönsuojeluasetus
YSL	Ympäristönsuojelulaki
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi

1 JOHDANTO

VTT:n selvityksen (2010) mukaan Suomessa on turvetuotantoon käyttökelpoista suota noin 1,2 miljoonaa hehtaaria. Turvetuotantoa harjoitetaan nykyisin noin 60 000 hehtaarilla koko Suomessa, mikä vastaa noin 1 %:a koko suopinta-alasta maassamme (Ovaskainen 2014). Suurin osa tuotantopinta-alasta sijoittuu Pohjois- ja Etelä-Pohjanmaalle. Keski-Suomessa on tuotannossa olevaa turvetuotantopinta-alaa noin 6000 ha (2014). Tästä pinta-alasta yli puolet (noin 3600 ha) on Saarijärven reitillä. Tähän suoalueiden pinta-alaan kuuluvat Vapo Oy:n ja yksityisten turvetuottajien turvetuotantoalueet (noin 50 kpl). Lisäksi aluehallintovirastossa on uusia hakemuksia koskien Keski-Suomea 23 suon osalta (2013). Keski-Suomen 3. vaihemaakuntakaavaehdotuksessa on Saarijärven reitille esitetty runsaasti uusia turvetuotantoalueita. Turvetuotannolla on merkittävä vaikutus Saarijärven reitin vesien tilaan (VTT, 4).

Saarijärven reitin valuma-alueesta merkittävin osa on suota ja metsää. Turvetuotannon osuus on noin 1,3 % koko valuma-alueen pinta-alasta (Keski-Suomen ympäristökeskus 2008). Maatalous on merkittävin hajakuormituslähde, mutta myös metsätalouden ja haja-asutuksen kuormituksella on paikallinen merkityksensä. (Kyyjärveltä Naarajärvelle, 11.)

Turvetuotannon aiheuttamat ympäristövaikutukset ilmenevät paikallisena vesistökuormituksena, muutoksina suon hydrologiassa, melu- ja pölyvaikutuksina, ilmastovaikutuksina, vaikutuksina luonnon monimuotoisuuteen ja elinympäristöihin sekä mahdollisina vaikutuksina ympäröivään maisemaan ja muihin maankäyttömuotoihin (VISU, 1 ; Kauranne, 7). Turvetuotantoalueen koko elinkaari voi olla jopa 40 vuotta, jolloin näillä ympäristövaikutuksilla on suuri paikallinen merkitys.

Turvetuotannon vesistövaikutusten osuudeksi on arvioitu noin 1 % (Turveteollisuusliitto 2011). Tässä arviossa on mukana sekä kiintoainehuuhtouma että typpi- ja fosforikuormitus. Lisäksi turvetuotanto aiheuttaa humuskuormitusta alapuolisiin vesistöihin. Turvetuotannon aiheuttaman vesistökuormituksen suuruuteen vaikuttavat ajan ja paikan mukanaan tuomat ilmasto-olojen vaikutukset, tuotantoalueen ja maaperän ominaisuudet, tuotantotavat ja erilaiset vesienkäsittelymenetelmät (Klöve 2012, 5). Turvetuotannon vesistövaikutuksia

pyritään vähentämään käyttämällä parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT), jota mm. ympärivuotinen pintavalutus edustaa.

Pintavalutuskentän ympärivuotisesta toimivuudesta on vielä melko vähän tutkittua tietoa. Pintavalutuskenttien toimivuudessa on havaittu ongelmia varsinkin talvi- että kevät- ja syystulvien aikaan. Lisäksi äkilliset sääilmiöt, kuten rankkasateet ovat aiheuttaneet ongelmia pintavalutuksen toimivuudessa.

Tämän työn tarkoituksena on tutkia turvetuotantoalueiden pintavalutuskenttien toimivuutta Saarijärven reitillä. Pintavalutuskenttien toimivuutta tutkitaan vesinäytetulosten, puhdistustulosten ja joiltain osin pitkäaikaisten vedenlaatutietojen (Pöyry 2004–2013) avulla. Lisäksi opinnäytetyöni tavoitteena on arvioida, kuinka luotettavasti ojitettu pintavalutuskenttä vähentää turvetuotantoalueen kuivatusvesien päästöjä. Hankkeesta saatuja tutkimustuloksia verrataan toisiinsa turvetuotannon päästöjä arvioiviin tutkimuksiin (TASO, TuVeKu). Toimeksiantaja saa tutkimuksesta tiedon, kuinka hyvin tarkastelussa mukana olleiden turvetuotantoalueiden ympäristölupapäätöksissä edellytetyt kuivatusvesien puhdistustehot on saavutettu. Tutkimus on myös osa näiden turvetuotantoalueiden viranomaisvalvontaa.

2 TEORIAA

2.1. Turvetuotannon vesienkäsittelymenetelmän valinta

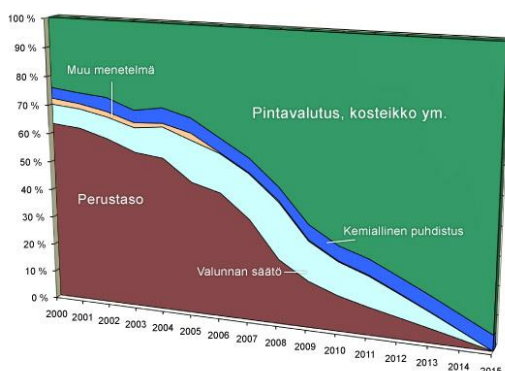
Turvetuotannon vesiensuojelu on osa turvetuotantoa ja vaatii asianmukaisen suunnittelun sekä pitkäaikaisen kokemuksen sen toteuttamiseksi. Vesiensuojelussa keskitytään ennen kaikkea typpi-, fosfori- ja kiintoainekuormituksen vähentämiseen. Erilaisia vesiensuojelumenetelmiä on kehitetty 1980-luvulta lähtien.

Turvetuotannon ja sen aiheuttamien ympäristöhaittojen vähentämiseksi tulee toiminnalle olla ympäristölupa. Luvan saamiseksi toiminnasta aiheutuvat ympäristöhaitat tulee arvioida. Turvetuotannon merkittävin kuormittava tekijä kohdistuu alapuoliseen vesistöön (vesistökuormitus). Ympäristöluvan päästörajojen asettamisella käsittelyteholle voidaan vaikuttaa turvetuotantoalueelta syntyvän kuormituksen vähentämiseen (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 32).

Vesienkäsittelyrakenteilla ja niiden oikealla sijoittamisella vähennetään turvetuotannon aiheuttamia haitallisia ympäristövaikutuksia. Tämän lisäksi tulee huomioida alueella käytettävän menetelmän kustannustehokkuus, rakenteiden mitoitusohjeet, rakenteiden käyttöön ja hoitoon liittyvät toimintamallit. Tämä kokonaisuus mahdollistaa turvetuotantoalueen kuivatusvesien virtaaman säädön sekä tuotannosta aiheutuvien kiintoaine-, ravinne- ja humuspäästöjen pidättymisen.

Turvetuotantoalueelle sijoitettavista vesienkäsittelyrakenteista on tutkittua tietoa mm. Suomen ympäristökeskuksen ja Oulun yliopiston TUKOS-projektin, TuVeKo-projektin sekä TASO-hankkeen loppuraporteissa. Lisäksi tarvitaan lisää käytännön kokemuksia uusien teknisten ratkaisujen soveltuvuudesta käytäntöön. Tästä esimerkkinä mm. automaattisten, jatkuvatoimisten vedenlaadun ja virtaaman mittalaitteet, joita on käytössä osalla tutkimusalueen soista, Saarijärven reitillä.

Vesienkäsittelymenetelmän valintaan vaikuttavat sijoituspaikka (pinta-ala, kaltevuus, maaperä jne.), valuma-alueen koko, alueen hydrologia, mahdolliset tuotantoalueen erityisolosuhteet ja suunniteltu suon kokonaiskäyttöaika jälkihoitoineen. Uusia tuotantoalueita sijoitettaessa joudutaan BAT-tekniikka ottamaan laajemmin huomioon, koska nykysuositusten mukaista pintavalutuskentälle soveltuvaa suota ei lähialueelta aina löydy. Tämän vuoksi turvetuotannolle tulee kehittää uusia vesienkäsittelymenetelmiä (kuva 1). Uusien menetelmien valinta tulee perustua kestäviin luonnonmukaisiin ja ekologisiin ratkaisuihin sekä kustannustehokkuuteen ja toimintavarmuuteen (Klöve 2009, 5).



KUVA 1. Vesienkäsittelymenetelmien kehitys 2000 – 2015, Vapo Oy, (Palomäki 2014)

2.2 Turvetuotannon perustason vesienkäsittelymenetelmät

Kaikilla turvetuotantoalueilla on käytössään vähintään perustason vesiensuojelumenetelmä, joita ovat sarkaojarakenteet lietetaskuineen ja lietteenpidättimineen ja laskeutusallas. Näillä menetelmillä voidaan vähentää turvetuotannon aiheuttamaa vesistökuormitusta. Perustason vesienkäsittelymenetelmät pidättävät turvetuotannon kuivatusvesistä kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita, mutta eivät vedessä liuenneina olevia ravinteita (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 39). Perustason vesiensuojelua voidaan tehostaa käyttämällä mm. virtaamansäätöpatoja, pintavalutuskenttiä, kasvillisuuskenttiä, kosteikkoja ja kemiallista vesienpuhdistusta. Tuotannossa olevilla pienillä, vanhoilla tai lyhytaikaisesti toimivilla alueilla voidaan vielä hyväksyä pelkästään perustason vesienkäsittelymenetelmät. Ympäristöluvassa arvioidaan uusien turvetuotantoalueiden vesiensuojelun taso. Nykyisin turvetuotantoalue ei saa ympäristölupaa, jos alueella on käytössä vain perustason vesienkäsittelymenetelmät.

2.2.1 Eristysojat

Turvetuotantoalueen eristysojien tarkoituksena on estää ulkopuolisten vesien pääsy tuotantoalueelle. Eristysojien vedet johdetaan vesienkäsittelyrakenteiden ohitse, jolloin nämä vedet eivät lisää rakenteiden kuormitusta. Ensisijaisesti eristysojina pyritään käyttämään jo olemassa olevia metsä- tai pelto-ojia, koska tarpeetonta kaivamista tulee välttää siitä aiheutuvien kiintoainepäästöjen takia. Eristysojia ei aina pystytä tai tarvitse kaivaa koko tuotantoalueen ympärille. Uusiin eristysojiin kaivetaan lietekuoppia, kaivukatkoja tai pohjapatoja kiintoaineen pysäyttämiseksi (kuva 2). Lisäksi uusia eristysojia ei kaiveta vesistöön saakka. Eristysojien kaivamista kivennäismaahan saakka tulee välttää eroosioriskin takia (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 36).

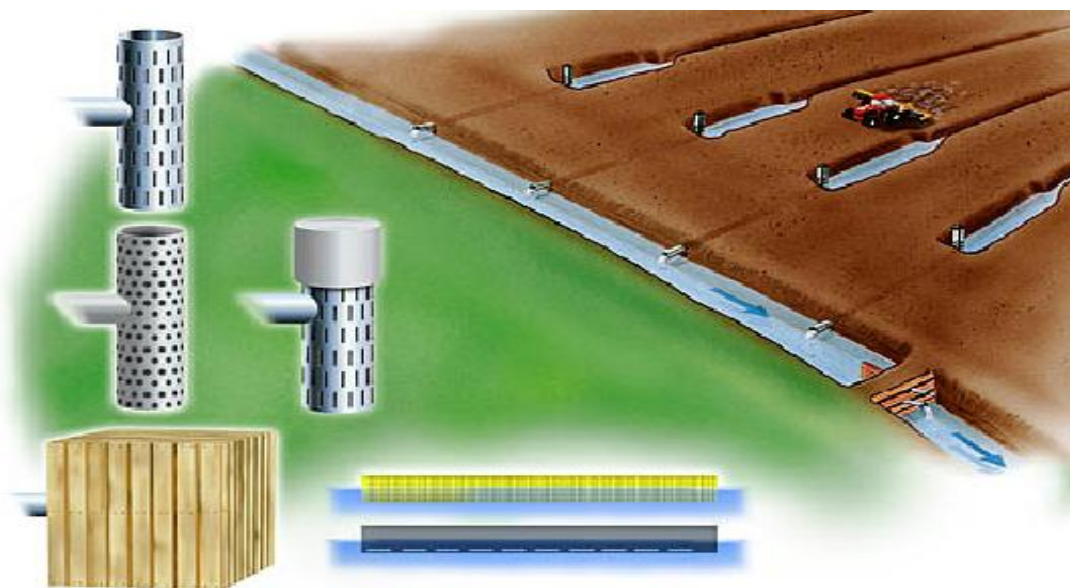


KUVA 2. Eristysoja Havusuolla (Salo 2014)

2.2.2 Sarkaojarakenteet (Lietesyvennykset ja lietteenpidättimet)

Sarkaojarakenteilla tarkoitetaan turvetuotantoalueella sarkaojiin asennettuja päisteputkia ja niihin liitettyjä lietteenpidättimiä/sarkaojapidättimiä sekä sarkaojiin kaivettuja lietsyvennyksiä/liettaskuja (kuva 3). Nämä rakenteet tasaavat virtaamia ja pidättävät kiintoainetta jo tuotantoalueen sarkaojiin ja liettaskuihin. Sarkaojarakenteiden kautta kuivatusvedet johdetaan kokoojaojaan ja siitä edelleen laskeutusaltaaseen (-altaisiin).

Sarkaojan lietsyvennyksen pituus on yleensä noin 6 metriä, syvyys 30 – 80 cm ja leveys sarkaojaa vastaava sekä se sijaitsee yleensä ojan päässä. Lietesyvennykseen kertyy kiintoainetta, joka on tarvittaessa poistettava, kuitenkin vähintään kerran vuodessa. Lietteenpidättimet (päisteputkipidätin) padottavat vettä, jolloin vedessä oleva kiintoaines ehtii laskeutua ojan pohjalle, lietsyvennykseen. Sarkaojiin asennetaan pidättimiä myös ylemmäksi ennen liettaskua, jolloin ne estävät/vähentävät kiintoaineen kulkeutumista itse liettaskuun.



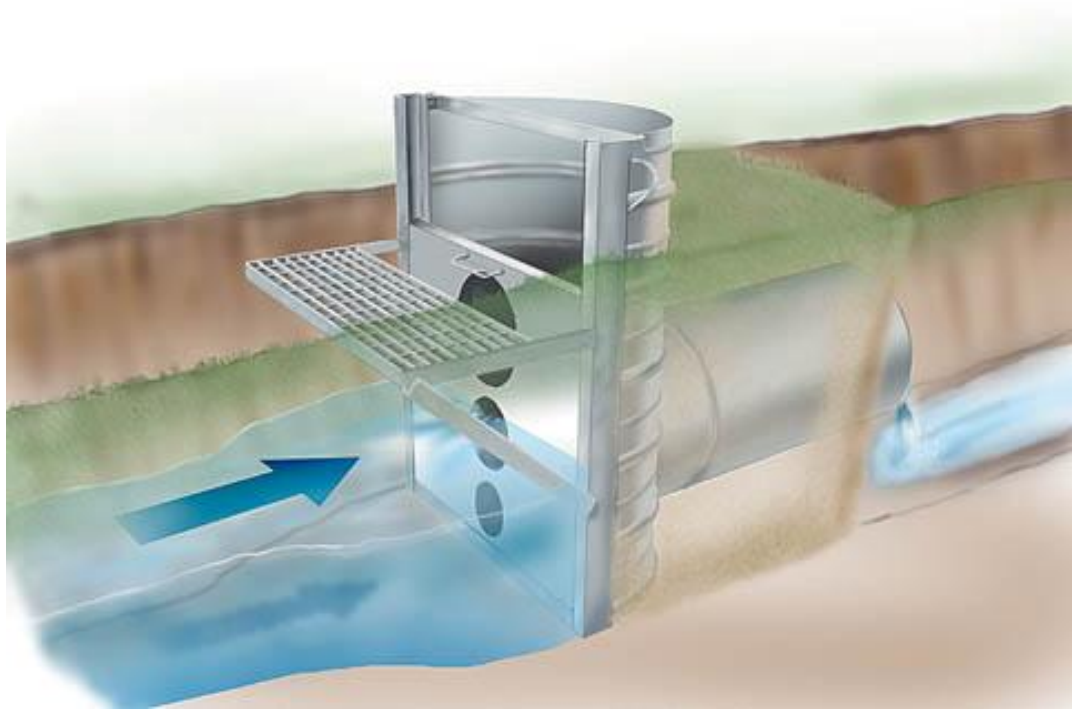
KUVA 3. Sarkaojarakenteet (Turveteollisuusliitto 2009)

2.2.3 Virtaamansäätö

Virtaamansäätöpadon tarkoituksena on tasata turvetuotantoalueen korkeita virtaamia ja pidättää kiintoainetta, eroosioperäisiä aineita sekä ravinteita. Lisäksi virtaamansäädöllä hidastetaan veden nopeutta tuotantoalueen ojastoissa tehostaen pintavalutuskent-

tien ja kasvillisuuskenttien (kosteikkojen) toimintaa (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 37).

Virtaamansäätöpato asennetaan kokoojaojaan tai laskeutusaltaan läheisyyteen sen yläpuolelle. Patoa asennettaessa on tärkeää sijoittaa se oikeaan korkeusasemaan, jotta voidaan hyödyntää koko tuotantoalueen ojaston pinta-ala padottamiseen (kuva 4). Padotus ei tule olla liian voimakasta, että vesi ei nousisi tuotantoalueelle (Klöve 2000, 30). Virtaamansäätöpato ei sovellu alueille, jossa on pienet korkeuserot, ohut turvekerros, matalat sarkaojat sekä vähäinen kaltevuus pituussuunnassa. Lisäksi patoa ei tule sijoittaa liian lähelle pumppaamoja (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 37). Tulva-putken koko mitoitetaan siten, että maksimivuorokausivaluntaa pääsee sen läpi (Klöve 2000, 30).



KUVA 4. Virtaamansäätöpato (Turveteollisuusliitto 2009)

Virtaamansäätöpadot ovat tutkimusten mukaan vähentäneet kiintoainekuormitusta noin 60 %, kokonaistypen ja kokonaisfosforin kuormitusta noin 45 % (Marttila, 2). Klöven (2000) mukaan virtaamansäädön puhdistustehokkuus on kiintoaineen osalta 90 %, fosforin osalta 20–50 % ja typen osalta 13–50 %. Sallantauksen mukaan (1983)

virtaamansäädön vaikutukset veden laatuun ja kuormitukseen on käytännössä mahdollista havaita vain lyhytaikaisesti, hetkellisten virtaamahuippujen aikana.

2.2.4 Laskeutusallas

Laskeutusallas on vesienkäsittelymenetelmä, jolla erotetaan turvetuotantoalueen valumavesistä kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Laskeutusaltailla ei voida vielä poistaa liukoisia ravinteita. Laskeutusaltaassa kuivatusveden virtaama hidastuu, jolloin vettä painavampi kiintoaines laskeutuu altaan pohjalle. Tämä kiintoaines poistetaan vähintään kerran vuodessa. Laskeutusaltaan vieressä on pengerrytetty läjitysallas, jonne ruopattu liete sijoitetaan.

Laskeutusaltailla voidaan turvetuotannon kuivatusvesistä poistaa kiintoainesta sulan maan aikaan noin 30–40 %. Parhaiten voidaan poistaa kaikkein karkein kiintoaines. Laskeutusaltaan koko määräytyy seuraavista hydraulisista suureista:

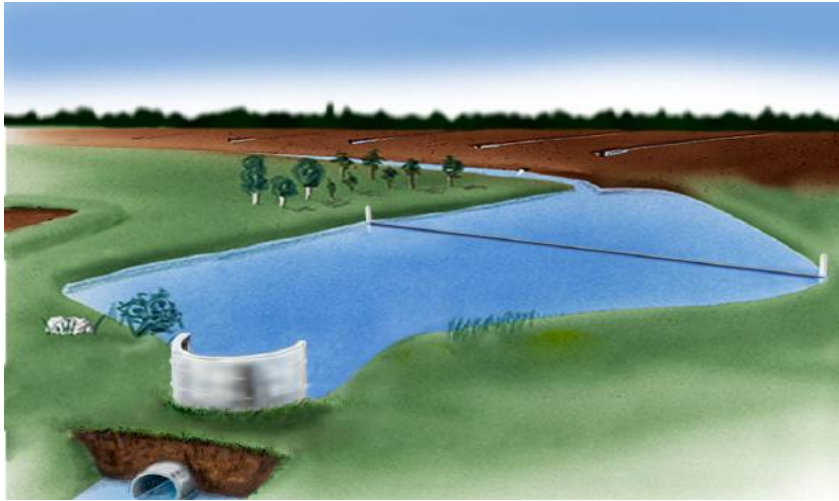
- mitoitusvaluma 300 l/s/km²
- virtausnopeus enintään 1 cm/s
- viipymä mitoitusvaluman aikana vähintään 1 h
- pintakuorma enintään 0,6 m³/m²/h
- lietetila vähintään 4 m³/ha.

(Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 41)

Laskeutusaltaan pituus lasketaan mitoitusvaluman ja kuormituksen perusteella. Maalajit määräävät kaivettavien luiskien kaltevuuden. Altaan poistopäähän rakennetaan patorakenne, jolla saadaan veden virtaama altaassa hidastumaan tehostaen kiintoaineen laskeutumista ja tällä estetään myös kiintoaineen kulketuminen altaasta alapuoliseen vesistöön (kuva 5). Lisäksi laskeutusaltaat toimivat tulvatilanteiden ja muiden ylivirtaamatilanteiden tasaajana. Altaaseen asennetaan pintapuomi noin 1/3 etäisyydelle altaan pituudesta kelluvien hiukkasten pidättämiseksi. Nykyisin on käytössä patorakenteita, joissa pintapuomi on osana tätä rakennetta (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 41).

Laskeutusallasta sijoitettaessa huomioidaan ennen kaikkea maaperän rakenne altaan toiminnan kannalta. Allas kannattaa kaivaa aina turpeeseen, jos mahdollista. Yhden laskeutusaltaan valuma-alue on noin 30–50 hehtaaria. Altaat voidaan sijoittaa myös

rinnakkain, jos esim. alueen maaperä sen vaatii. Altaat vaativat myös huolto- ja kunnossapitotöitä, joten tieyhteydet on hyvä suunnitella näitä toimia ajatellen.

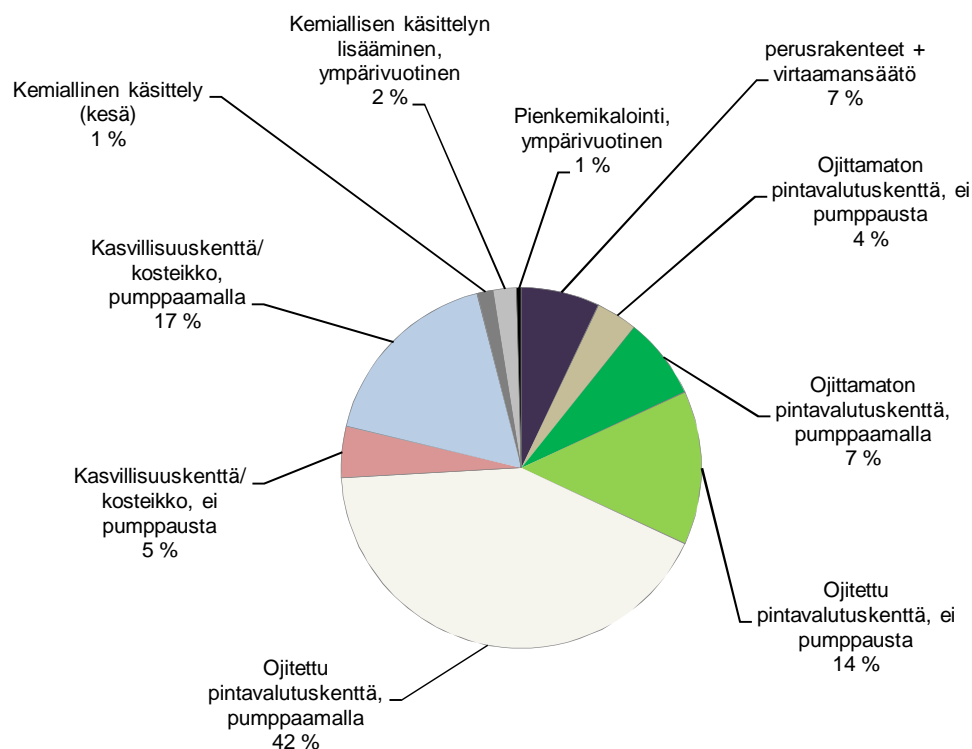


KUVA 5. Laskeutusallas (Turveteollisuusliitto 2009)

2.3 Paras käyttökelpoinen tekniikka

Kaikki turvetuotanto tarvitsee uuden ympäristönsuojelulain mukaan ympäristöluvan, jossa määritellään kunkin tuotantoalueen paras käyttökelpoinen tekniikka. Alapuoliseen vesistöön aiheuttamaa kuormitusta voidaan vähentää käyttämällä parasta käyttökelpoisinta tekniikkaa. Tämä voidaan toteuttaa johtamalla turvetuotantoalueen kuivatusvedet vesienkäsittelyrakenteiden läpi ennen niiden pääsyä alapuoliseen vesistöön. Nämä rakenteet valitaan aina tuotantoaluekohtaisesti niiden erityisolosuhteiden takia ja niiden toteuttamista ohjaavat ympäristöluvan lupamääräykset. Vesienkäsittelyrakenteiden toimivuus pyritään varmistamaan parhaisiin käytäntöihin (BEP) perustuvien toimenpiteiden avulla.

Nykyisin vallitsevan oikeuskäytännön mukaan uusien turvetuotantoalueiden parasta käyttökelpoisinta tekniikkaa edustaa ympärivuotinen pintavalutus ja ympärivuotinen kemikalointi. Vanhojen tuotantoalueiden osalta myös kosteikot ja kasvillisuuskentät ovat parasta käyttökelpoisinta tekniikkaa. Nämä luonnonmukaiset ratkaisut ovat yksinkertaisia vesienkäsittelymenetelmiä, mutta niiden puhdistusprosessit ovat monimutkaisia ja vaikeasti hallittavia (Klöve 2009, 5). Uusia turvetuotannon vesiensuojelumenetelmiä tulee kehittää, koska nykykäytäntö ohjaa niiden käytön vanhoille ojitetuille suoalueille, jotka eivät aina vastaa uutta ohjeistusta (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 31).



KUVA 6. Keski-Suomen turvetuotantoalueiden vesiensuojelutaso 2014 (Keski-Suomen toimenpideohjelmaluonnos 2014)

Vuonna 2014 on Keski-Suomen turvetuotantoalueiden vesiensuojelutase kohentunut edelleen. Tähän on vaikuttanut ympäristölupien vesiensuojelumääräysten lisäksi myös Vapo Oy:n vapaaehtoiset vesiensuojelutoimet, joita on erityisesti toteutettu vuosina 2012–2014. Perusrakenteiden lisäksi on vesiensuojelurakenteena 22 %:lla tuotanto-pinta-alasta kasvillisuuskenttä/kosteikko, 67 %:lla pintavalutuskenttä ja 4 %:lla kemi-allinen käsittely (kuva 6). Pelkät vesiensuojelun perusrakenteet olivat noin 7 %:lla turvetuotantopinta-alasta. Ojittamaton pintavalutuskenttä oli noin 11 %:lla ja ojitettu pintavalutuskenttä noin 56 %:lla tuotantopinta-alasta. Vesi ohjattiin yli 70 %:lle pinta-valutuskentistä ja kasvillisuuskentistä pumppaamalla.

2.3.1 Kasvillisuuskenttä

Kasvillisuuskenttä on pengerryksin eristetty tasainen allasmainen kasvillisuuden peit-tämä alue, jossa kasvaa ajoittain veden alle joutumisen hyvin sietävää kasvillisuutta (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 47). Kasvillisuuskenttä toimii yhtenä turvetuotan-non vesienkäsittelymenetelmänä, jolla voidaan vähentää kuormitusta turvetuotanto-

alueen alapuolisiin vesistöihin. Kentän toiminnan tarkoituksena on pidättää kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Turvetuotannon kuivatusvedet puhdistuvat kasvillisuuskentällä lähinnä fysikaalisten ja biokemiallisten prosessien avulla (nitrifikaatio/denitrifikaatio). Kentän luontainen aluskasvillisuus tai siihen kylvetty kasvillisuus, kuten ruokohelpi, paju, järviruoko, luhtavilla tai osmankäämi, pidättävät myös osan ravinteista (TASO-loppuraportti, 54).



KUVA 7. Kaijansuon kasvillisuuskenttä Karstulassa (Salo 2014)

Kasvillisuuskenttien puhdistustehosta on saatu jonkin verran tietoa alueellisista päästötarkkailutuloksista (2003–2011). Länsi- ja Itä-Suomen osalta puhdistustehot ovat olleet kiintoaineella noin 39–45 %, kokonaisfosforilla 14–35 % ja kokonaistypellä 7–34 %. Pohjois-Suomessa kasvillisuuskentät ovat poistaneet vain kiintoainetta (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 47). Orgaanisten aineiden (COD) poistamiseen kasvillisuuskenttä soveltuu hyvin heikosti. TASO-hankkeessa on selvitetty kasvillisuuskentän puhdistustehoa, sen soveltuvuutta turvetuotannon kuivatusvesien kuormituksen vähentämiseen ja laadittu kasvillisuuskentille uudet nykykäytännön mukaiset mitoitusohjeet.

Uuden mitoitusohjeen mukaan (TASO) kasvillisuuskenttä tulee rakentaa pintavalutus-kenttää suuremmaksi (vähintään 6 % valuma-alueesta). Kenttä voidaan tehdä vanhalle tuotantoalueen suopohjalle tai jo olemassa olevalle suokasvillisuutta omaavalle alueelle (kuva 7). Kentän pohjamaan tulee olla hyvin vettä läpäisevää kivennäismaata. Kenttä perustetaan joko istuttamalla tai kylvämällä. Veden johtaminen kentälle aloitetaan

yhden kasvukauden jälkeen. Kentän tulee olla mahdollisimman tasainen oikovirtausten estämiseksi. Lisäksi kentän tulee olla virtaussuuntaan nähden hiukan kalteva, jotta vesi virtaa kentällä mahdollisimman pitkän matkan. Kentän ympärille rakennetaan tiiviistä maa-aineksesta (savi, jne.) penkat pitämään vesi suunnitellulla alueella. Vesi johdetaan yleensä kentälle jakoputkien avulla ja tulovirtaamaa säädetään esim. virtaaman säätöpadon avulla. Nykyisin joudutaan perustamaan myös pumppaamoja veden johtamiseksi kasvillisuuskentälle.

2.3.2 Kosteikko

Turvetuotannon vesienkäsittelyrakenteena kosteikko on alue, jossa on pysyvästi avovettä (kuva 8). Kosteikko voidaan perustaa turvetuotannosta poistuneelle alueelle patoamalla tai kaivamalla, jolloin muodostuu kosteikolle tyypillisiä matalan ja syvän veden alueita. Kosteikko tulee perustaa alueelle, jossa turvekerros on riittävän syvä. Näin vähennetään riskiä veden pääsemisestä alapuoliseen pohjamaahan. Kosteikon tarkoituksena on lisätä veden viipymää, jolloin mm. tulva-ajan tilanteet ovat paremmin hallittavissa. Ylivirtaamatilanteet ja rankkasateet ovat aiheuttaneet ongelmia turvetuotannon vesiensuojelussa ja näin ollen suurten virtaamien hallinta korostuu entistään (Selänne 2012, 22).

Kosteikon pinta-alalla on merkitystä puhdistustehokkuutta tarkasteltaessa. Lisäksi kosteikon suurempi pituus virtaussuuntaansa nähden on myös puhdistustehoon vaikuttava tekijä. Kosteikon puhdistustehoon vaikuttavat myös turpeen maatuneisuus ja pinnan mättäisyys. Näiden rakenteellisten tekijöiden lisäksi kosteikon puhdistustehokkuuteen vaikuttavat valumaveden laatu, hydrologiset tekijät ja tuotantoalueelta tuleva kuormitus (Suomen ympäristö 2012, 14). Kosteikon puhdistustehosta turvetuotannon vesiensuojelussa ei ole vielä paljoa tutkittua tietoa. Tutkimusten perusteella (mm. TuKos-hanke, TASO) on todettu kosteikon huuhtovan humusta, fosforia ja rautaa. Vanhojen turvetuotantoalueiden vesiensuojelussa kosteikkojen perustaminen on kuitenkin viime vuosina lisääntynyt. Kosteikon ensimmäisten vuosien sisäinen kuormitus on suurta, mutta toimivuus vakiintuu alueen kasvituessa.

Vesiensuojelukosteikolla turvetuotannon kuivatusvedet puhdistuvat erilaisten fysikaalisten, biologisten tai geokemiallisten prosessien avulla. Näiden prosessien toiminnan tekee ongelmalliseksi Suomen vuodenaikojen vaihtelut, lähinnä hydrologiset muutok-

set ja lämpötilan vaihtelut. Tehokkain tapa poistaa kiintoaine kosteikolta on laskeuttaa se pohjalle (sedimentoituminen), josta kiintoaine poistetaan ruoppaamalla. Kosteikolta poistuu myös rautaa, typpeä ja fosforia kiintoaineeseen sitoutuneena. (Klöve, 14). Kosteikko voi pidättää fosforia kolmella eri tavalla: sedimentoitumalla, adsorpoitumalla ja biologinen kulutuksen kautta. Pääasiassa fosforia sitoutuu maa-ainekseen päätyen sedimentiksi kosteikon pohjalle. Tämä fosfori voi liueta uudelleen kierto, jos kosteikon happipitoisuus muuttuu liian alhaiseksi. Fosforia voi sitoutua adsorpoitumalla joko maaperään tai vedessä olevaan kiintoainekseen. Lisäksi fosforia voi sitoutua myös kosteikkokasvillisuuteen (biologinen kulutus). Typpeä poistuu kosteikolta ilmaan haihtumalla denitrifikaation (typpikaasu) sekä nitrikaation ja ammonifikaation avulla. Lisäksi typpeä pidättyy turpeeseen (ammoniumtyppi) sekä kasveihin ja eliöihin (Tuukkanen ym. 2010, 10 - 11).

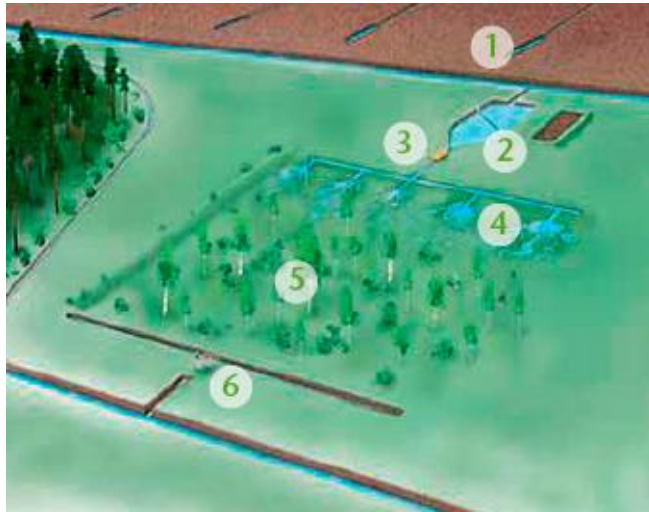


KUVA 8. Kalmunevan kosteikko Keuruulla (Liukkonen 2013)

2.3.3 Ojittamaton pintavalutuskenttä

Pintavalutuksella tarkoitetaan turvetuotantoalueen valumavesien ohjaamista luonnon-tilaiselle tai sen kaltaiselle suolle, jolla on vähintään 0,5 m paksuinen turvekerros (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 42). Vesi virtaa turpeen vettä läpäisevässä pinta-

kerroksessa (0–70 cm), pinnan suuntaisesti puhdistuen fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten prosessien avulla.



KUVA 9. Pintavalutuskenttä (Turveteollisuusliitto 2009)

Pintavalutuskenttä pidättää turvetuotannon kuivatusvesistä kiintoainetta, rautaa, typpeä, fosforia ja jonkin verran orgaanisia aineita. Tutkimusten (SulKa-hanke) mukaan humusta ei ole saatu valumavesistä poistettua, mutta humuksen lisääntyntä rautapiitoisuutta pintavalutuskentällä voidaan poistaa. Pintavalutuskentän turvekerros pidättää fosfaattifosforia ja ammoniumtyppeä (kemiallinen reaktio) sekä kiintoainetta ja rautaa. Turvekerroksen pinnalta poistuu epäorgaanista typpeä nitrifikaatio-denitrifikaatio-prosessin avulla. Lisäksi pintavalutuskentän kasvillisuus pidättää kiintoaineeseen sitoutuneita ravinteita, kuten fosfaattifosforia ja ammoniumtyppeä (Heikkinen 2011).

Pintavalutuskenttä voi toimia joko ympärivuotisesti tai ainoastaan sulan maan aikaan. Kuivatusvedet johdetaan kentälle gravitaation tai pumppauksen avulla. Pumppaamo toimii joko generaattorin tai sähkön avulla. Talviaikainen kuivatusvesien pumppaaminen vaatii pumppukaivon eristämisen. Vesi jaetaan kentälle jako-ojien tai reiällisten muoviputkien avulla mahdollisimman tasaisesti välttämällä oikovirtauksia. Pintavalutuskentältä vedet johdetaan erilliseen keräilyjojaan, johon on asennettu mittapato/mittakaivo virtaaman mittausta ja näytteenottoa varten.

Ojittamattoman pintavalutuskentän käyttö turvetuotannon kuivatusvesien vesienkäsittelyrakenteena edustaa parasta käyttökelpoisinta tekniikkaa (kuva 9). Tämä tekniikka on määritelty Ympäristöministeriön ”Turvetuotannon ympäristönsuojeluohjeessa”

(2013). Nykytilanteessa BAT-tekniikkaa käyttäen voidaan turvetuotannon aiheuttamat vesistökuormituksen haitat minimoida.

Tutkimusten (TuVeKu) avulla on ojittamattomalla pintavalutuskentälle laadittu suunnittelu-, mitoitus- ja toteutusohjeita. Hyvin toimivan pintavalutuskentän mitoitusarvot ovat:

- kentän pinta-ala vähintään 3,8 % valuma-alueesta
- hydraulinen kuormitus pienempi kuin $340 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{d}$
- pintaosan turvelaji rahka – sara
- turpeen maatuneisuus H1 – H3
- turvepaksuus vähintään 0,5 m
- suositeltu kaltevuus koko kentän alueella 1 %
- kentän korkeuskäyrät kohtisuorassa veden virtaussuuntaan nähden
- käyttöaste 100 %

(Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 42)

Keskivaluma voi olla enintään $15/\text{km}^2/\text{s}$, kun käytetään edellä mainittuja mitoitusarvoja. Valuma voi tulva-aikana ja muissa ylivirtaamatilanteissa olla jopa 10–20-kertainen, jolloin tätä mitoitusta on tarpeen kasvattaa. Uusilla turvetuotantoalueilla pintavalutuskentän koko tulisi olla noin 4,5 % valuma-alueesta (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 42).

Keski-Suomessa ojittamattoman pintavalutuskentän keskimääräinen puhdistusteho (reduktio) on tarkkailutulosten (Läntisen Suomen alueen päästötarkkailuraportti 2013) mukaan ollut kiintoaineen osalta 62–89 %, kokonaisfosforin 16–74 % ja kokonaistypen osalta 21–58 %. Vastaavasti Länsi-Suomessa pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä (vuosikeskiarvo 2003–2011) kiintoainepitoisuus on ollut 6,5 mg/l, kokonaisfosfori 76 µg/l, kokonaistyyppi 2000 µg/l ja kemiallinen hapenkulutus 58 mg/l. Osa tutkimuksista osoittaa, että joissain tapauksissa pintavalutuskenttä lisää liuenneen orgaanisen hiilen eli humuksen (DOC) pitoisuutta (TASO-loppuraportti, 51).

Tutkituilla ympärivuotisesti toimivilla ojittamattomilla pintavalutuskentillä toimivuuteen vaikuttavat valumaveden laatu, hydrologiset tekijät, tuleva kuormitus (haihdunnan, valunnan ja pitoisuuksien summa) sekä rakenteelliset tekijät. Rakenteellisista tekijöistä esiin nousevat tutkimuksissa turpeen maatuneisuus, valutuspituus ja pintava-

lutuskentän koko, kentän koon ja valuma-alueen suhde sekä kentän ikä (kuva 10). Lisäksi on tärkeää, että kentällä ei esiinny oikovirtauksia ja kentän käyttöaste olisi mahdollisimman suuri (Klöve 2012, 17). Veden tulee myös jakautua kentälle mahdollisimman tasaisesti. Kentän toimivuuteen vaikuttaa myös veden virtaussyvyys turpeessa (Majalahti 2011, 37 - 38).

Pintavalutuskenttä toimii yleensä paremmin sulan maan aikaan, kesällä. Tulva-aikaan ja muiden ylivirtaamatilanteiden aikana pintavalutuskentän toiminta heikkenee. etenkin typen ja kiintoaineen pitoisuudet nousevat virtaaman kasvaessa. Talvella biologiset prosessit, kuten denitrifikaatio, pidätyminen turpeen mikrobeihin ja pidätyminen kasvillisuuteen, eivät toimi tai toimivat varsin heikosti ja myös kemiallinen pidätyminen turpeeseen heikkenee jäätymisen vuoksi (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2004).



KUVA 10. Ojittamaton pintavalutuskenttä Kaijansuolla (Salo 2014)

2.3.4 Ojitettu pintavalutuskenttä

”Ojitetulla pintavalutuskentällä tarkoitetaan ojitetulle suo- tai turvealueelle perustettua, ojittamattoman pintavalutuskentän tavoin toimivaa vesiensuojelurakennetta” (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 44). Pintavalutus sisältää aina (tuotantoaluekohtaisia) sarkaojarakenteet, laskeutusaltaat, virtaamansäätöpadot ja pintavalutuskentän. Pintavalutus on ollut käytössä jo 1980-luvulla. Pintavalutuskenttien toimivuudessa esiintyy vuosien, vuodenaikojen ja tuotantoalueiden välistä vaihtelua.

Turvetuotannon valumavesien puhdistuksessa tulee käyttää turvetuotantoalueen koko elinkaaren vesistövaikutukset huomioon ottavaa parasta käyttökelpoisinta tekniikkaa

(Valtioneuvoston periaatepäättös 23.11.2006). Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ja Vesiensuojelun suuntaviivat 2015 -ohjelma ohjaavat turvetuotantoa entistä enemmän ojitetuille suoalueille (Suomen ympäristö 2011, 9). Lisäksi vaaditaan entistä enemmän tehostettua vesiensuojelua vielä vanhoille tuotantoalueille.

Ojitettu pintavalutuskenttä pidättää kiintoainetta ja epäorgaanista typpeä. Kentältä on todettu huuhtoutuvan humusta, rautaa ja fosforia, minkä vuoksi toiminta on epävarmempaa ja sitä on edelleen kehitettävä. Lisäksi kentän puhdistusteho on talvella useasti heikompi kuin sulan maan aikaan (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 44). Ojitetun metsätalouskäytössä olleen kentän puhdistusteho voi alkuvaiheessa olla heikko, johtuen mahdollisesti korkeista ravinnemääristä. Merkille pantavaa onkin turpeen fosforipitoisuus ja sen suhde raudan, mangaanin ja alumiinin suhteen (Karppinen 2013).

Ojitetun pintavalutuskentän puhdistusteho on pääsääntöisesti huonompi kuin ojittamattoman pintavalutuskentän. Tähän vaikuttavat mm. ojitus ja turpeen maatuneisuussaste. Ojitettu pintavalutuskenttä on voinut olla tehokkaan metsätalouden käytössä, jolloin sitä on voimakkaasti lannoitettu ja tämä voi näkyä kentän puhdistuskyvyssä sen alkuvuosina. Kentän ojat lisäävät oikovirtausten riskiä heikentäen veden tasaista leviämistä alueelle (kuva 11). Ojat voivat lisäksi ulottua kivennäismaahan asti, jolloin riski kiintoaineksen huuhtoutumisesta kuivatusvesien mukana kasvaa.



KUVA 11. Pajunsuon ojitettu pintavalutuskenttä (Salo 2014)

2.3.5 Kemiallinen vesienkäsittely

Kemiallinen vesienkäsittely on menetelmä, jossa turvetuotannon kuivatusvesistä voidaan poistaa kiintoainetta, humusta ja ravinteita veteen lisättävien kemikaalien avulla. Käytettävät kemikaalit ovat yleensä rauta- ja alumiiniyhdisteitä (mm. alumiinisulfaatti (ALG), ferrisulfaatti (Ferix-3), alumiini- ja ferrisulfaatin seos (ALF-30) sekä alumiinikloridi ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)). Ympärivuotista kemiallista vesienkäsittelyä pidetään parhaana käyttökelpoisena tekniikka uusilla turvetuotantoalueilla. Kemiallinen vesienkäsittely jaetaan varsinaiseen kemikalointiin ja pienkemikalointiin.

Kemikaloinnin toiminnan edellytyksenä ovat sähköön saanti, toimivat tieyhteydet ja jatkuvan huollon järjestäminen. Kemikalointia käytetään aina tapauskohtaisesti sen korkeiden kustannusten takia. Kemikaloinnin kustannuksia nostavat myös tarvittavat kemikaalisäiliöt (kaivot), annostelu- ja purkuputket sekä itse käytettävä kemikaali.

Kemiallinen vesienkäsittely vaatii toimiakseen riittävän suuren allastilavuuden saostumista ja selkeytymistä varten kemikalointiaseman alapuolelle. Kemikalointia käytetään yleensä roudattomana aikana laitteiston jäätymisvaaran vuoksi. Lisäksi käytettävien kemikaalien ominaisuudet ovat erilaiset talvella, jolloin ne aiheuttavat häiriöitä saostusprosessissa. Kemikaalin syöttöä tulee seurata tarkasti yliannostelun ja happamoitumisen välttämiseksi. Kemikalointiyksikön yläpuolella tulee huomioida riittävä virtaamansäätö.

Kemikalointiaseman perustamis- ja mitoitusohje on seuraava:

- virtausnopeus 0,4–1,0 cm/s
- viipymä valuman aikana n. 5–10 h
- pintakuormitus n. 0,2–0,4 m/h
- lietetilaa vähintään 4 m³/ha
- valuma-alue pumppaamon mukaan.

(Turveteollisuusliitto 2011b.)

Tutkimusten mukaan (mm. SulKa-hanke) kemiallinen vesienkäsittely poistaa hyvin kiintoainesta ja fosforia. Lisäksi tutkimukset osoittavat kemikaloinnin poistavan tehokkaasti myös orgaanista ainesta (humus). Tutkimuksissa on havaittu kemikaloinnin lisäävän puhdistetun veden sulfaattipitoisuutta (Suomen ympäristö 2012, 25). Mene-

telmällä ei saada poistettua vedestä liukoista epäorgaanista typpeä. Tiettyjen kemikaalien käyttö edellyttää veden happamuuden säätöä sekä jo puhdistetun veden neutra-loimista. Tutkimusten mukaan pH:n esisäätöä voidaan harkita, jolloin vältetään pH:n vaihteluista johtuvat puhdistustulosten vaihtelut. Menetelmällä ei saada poistettua vedestä liukoista epäorgaanista typpeä (Klöve ym. 2012, 23).

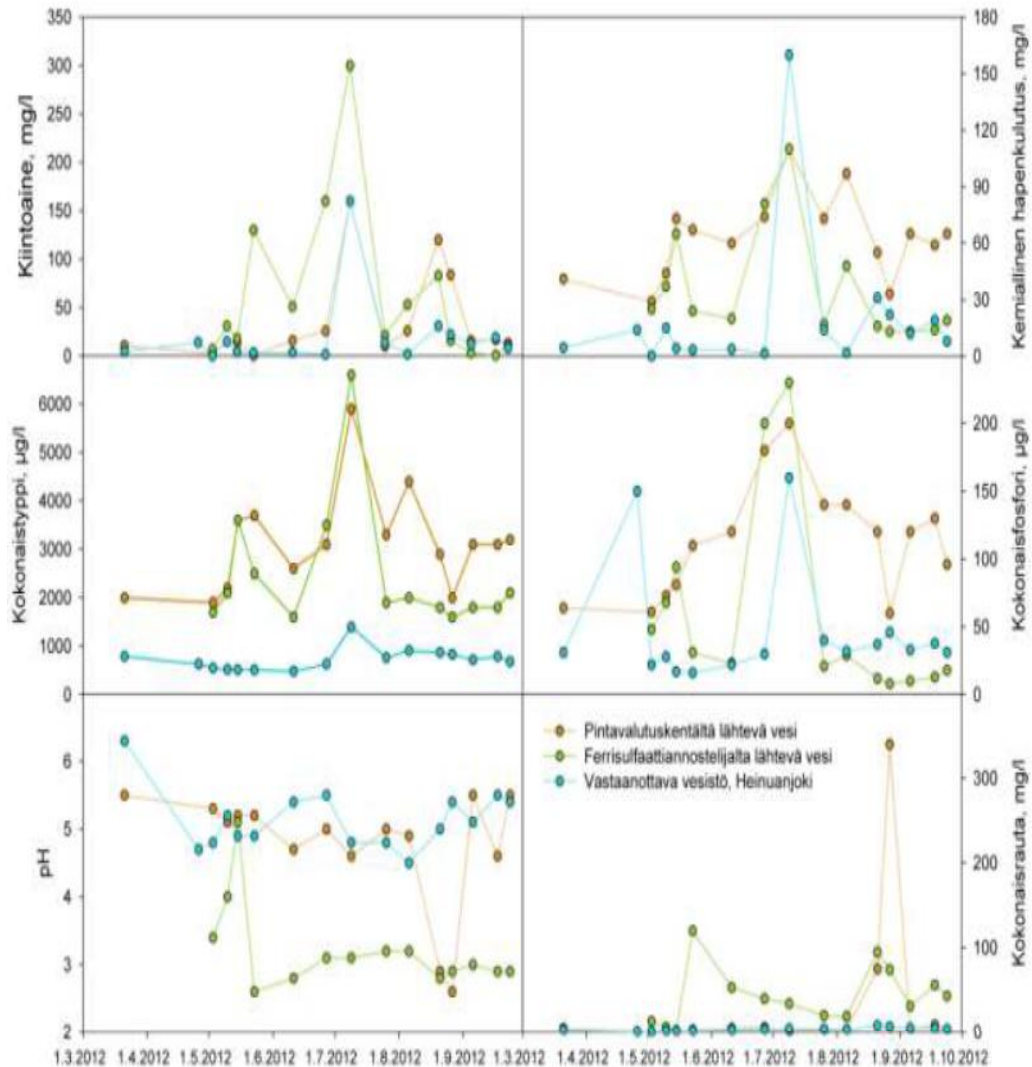
Koko maan osalta vuosien 2003–2011 tarkkailutulosten mukaan kemiallisen vesienkä-sittelyn puhdistusteho on ollut kiintoaineella 28–72 %, kokonaisfosforilla 79–89 %, kokonaistypellä 37–42 % ja kemiallisella hapenkulutuksella 74–83 %. Talviaikaiset reduktiot (yksi kohde) ovat olleet kiintoaineella 79 %, kokonaisfosforilla 84 %, koko-naistypellä 36 % ja kemiallisella hapenkulutuksella 68 % (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 48).



Kuva 12. Kyyjärven Piuharjunneva kesäkuu 2012 (Salminen 2012)

Tutkimukset osoittavat, että pienkemikaloinnilla voidaan laskea turvetuotantoalueelta lähtevän kuivatusveden kemiallista hapenkulutusta (TASO-hanke). TASO-hankkeen tutkimus (2011–2013) on kuitenkin osoittanut pienkemikaloinnin lisäävän veden rau-tapitoisuutta ja laskevan veden pH:ta (taulukko 1). Lisäksi kemikaloinnissa syntyneen sakan laskeuttamista ja kiintoainehaittojen ehkäisyä tulee kehittää (TASO-hanke). Pienkemikaloinnin puhdistustehosta on tuloksia lähinnä sulan maan ajalta, jonka vuoksi se ei ole parasta käyttökelpoisinta tekniikkaa (kuva 12).

TAULUKKO 1. TASO-hankkeen toteuttaman vesinäytteenottoon perustuvan seurannan tuloksia vesiensuojelukosteikolle saapuvasta vedestä, sieltä lähtevästä vedestä sekä vastaanottavasta vesistöstä



2.4 Lainsäädäntö ja muut ohjauskeinot turvetuotannossa

2.4.1 Ympäristönsuojelulaki ja -asetus

Ympäristönsuojelulain tavoitteena on ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen sekä poistaa ja vähentää pilaantumisesta aiheutuvia vahinkoja. Lain tavoitteisiin kuuluu turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö sekä ehkäistä jätteen syntyä ja haitallisia vaikutuksia. Lisäksi lain tavoitteena on tehostaa ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arviointia ja huomioon

ottamista kokonaisuutena, parantaa kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa ympäristöä koskevaan päätöksentekoon, edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä torjua ilmastomuutosta ja tukea muuten kestäväää kehitystä. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.)

Uusi ympäristönsuojelulaki velvoittaa kaikkia turvetuotannon harjoittajia hakemaan ympäristölupaa vuoden kuluessa lain voimaantulosta. Turvetuotantoalueelle, jonka koko on alle viisi hehtaaria, ympäristölupaa on haettava kahden vuoden kuluessa lain voimaantulosta. Lupa-asian ollessa vireillä tuotantoa voidaan siitä huolimatta jatkaa. ”Turvetuotantoalueen sijoittaminen ei saa aiheuttaa valtakunnallisesti tai alueellisesti merkittävää luonnonarvon turmeltumista” (Ympäristönsuojelulaki 527/2014). Tuotantoalue voidaan kuitenkin sijoittaa ojitetulle jo luonnontilaltaan merkittävästi muuttuneelle suoalueelle.

Uuteen ympäristönsuojeluasetukseen on turvetuotannon osalta määritelty toimivaltaiseksi viranomaiseksi valtio (Ympäristönsuojeluasetus 713/2014 1 luku 1 § 7c). Lisäksi uudessa ympäristönsuojeluasetuksessa on määritetty suon luonnontilan merkittävyys, joka on olennaista tietoa turvetuotantoalueen ympäristöluvasta päätettäessä (Ympäristönsuojeluasetus 713/2014 6 luku 44 §).

2.4.2 Laki ja asetus ympäristövaikutusten arvioinnista

Ympäristövaikutusten menettelylain tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä samalla lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia (Laki ympäristövaikutusten arvioinnista 713/2006). Ympäristövaikutusten arviointia sovelletaan yhtenäiselle yli 150 ha turvetuotantopinta-alalle. Alueellinen ELY-keskus (entinen ympäristökeskus) voi harkintansa mukaan tehdä päätöksen arviointimenettelyn soveltamisesta myös alle 150 hehtaarin tuotantoalueelle (Laki ympäristövaikutusten arvioinnista 713/2006).

2.4.3 Luonnonsuojelulaki ja -asetus

Luonnonsuojelulain tavoitteena on luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen, luonnonkauneuden ja maisema-arvojen vaaliminen, luonnonvarojen ja luonnonympäristön

kestävän käytön tukeminen, luonnontuntemuksen ja yleisen luonnonharrastuksen lisääminen sekä luonnontutkimuksen edistäminen (Luonnonsuojelulaki 1096/1996). Tavoitteiden saavuttamiseksi luonnonsuojelussa tulee kohdistaa voimavarat luontotyyppien ja luonnonvaraisten lajien suotuisan suojelutason säilyttämiseen. Turvetuotantoalueen ympäristölupapäätöstä tehtäessä tulee noudattaa mitä luonnonsuojelulaissa on säädetty.

Luonnonsuojeluasetuksessa määritetään suojellut luontotyytit ja eliölajit. Lisäksi osa maamme soista kuuluu luonnonsuojelualueisiin, valtakunnallisiin suojeluohjelmiin, EU NATURA 2000-verkostoon tai maakuntakaavojen tai yleiskaavojen suojeluvarauksiin. Luontodirektiivin liitteessä on esitetty ne eliölajit, joiden lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kiellettyä. (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 17.)

2.4.3 Vesilaki ja -asetus

Uusi vesilaki (587/2011) on tullut voimaan 1.1.2012. Lain tavoitteena on turvata vesivarojen ja vesiympäristönsä käyttö niin, että se on taloudellisesti, yhteiskunnallisesti ja ekologisesti kestävä, ehkäistä vedenkäytöstä koituvia haittoja sekä parantaa vesivarojen ja vesiympäristön tilaa.

Turvetuotanto ei varsinaisesti tarvitse vesilain mukaista lupaa. Turvetuotanto tarvitsee vesilain mukaisen luvan, jos toiminta ”voi muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä taikka pohjaveden laatua tai määrää, ja tämä voi myös aiheuttaa tulvan vaaraa tai yleistä vedenvähyyttä, luonnon tai sen toiminnan vahingollista muuttumista tai pohjavesiesiintymän tilan huononemista, vähentää luonnon kauneutta, ympäristön viihtyvyyttä tai kulttuuriarvoja taikka vesistön soveltuvuutta virkistyskäyttöön, olennaisesti vähentää tärkeän tai muun vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesiesiintymän antoisuutta tai muutoin huonontaa sen käyttökelpoisuutta, aiheuttaa vahinkoa tai haittaa kalastukselle tai kalakannoille tai vaarantaa puron tai uoman luonnontilaisena säilymisen” (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 17 - 18).

Turvetuotanto tarvitsee vesilain mukaisen luvan, jos alueella on tarkoitus alentaa alapuolisen vesistön vedenpintaa tai ruopata (500 m³) vesistöä tai jos turvetuotannolla

voi olla vaikutusta pohjavesialueen laatuun tai määrään. Turvetuotannossa tehty ojitus tarvitsee vesilain mukaisen luvan, jos se voi aiheuttaa ympäristönsuojelulain mukaista pilaantumista vesialueella. Pilaantumisella tarkoitetaan esimerkiksi turvetuotannon kuivatusvesien johtamisesta aiheutuvaa alapuolisen vesistön ravinnekuormituksen lisääntymistä. Lisäksi ELY-keskukselle tulee tehdä ilmoitus niistä uusista ojituksista tai ojan perkauksista, joita ei ole turvetuotantoalueen ympäristöluvassa määritelty (Vesilaki 5 luku 6 §).

2.4.4 Laki ja asetus vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä

Vesienhoidon järjestämisen tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä ja Itämeren tila, ettei pintavesien ja pohjavesien tai Itämeren tila heikkene ja että niiden tila on vähintään hyvä (Laki vesienhoidon järjestämisestä 1 luku 2 §). Tämän lain tarkoituksena on vesienhoidon järjestäminen ja siihen liittyvä selvitystyö, yhteistoiminta ja osallistuminen vesienhoitoalueen ja merenhoitoalueen sekä kansainvälisen yhteistyön järjestäminen (Laki vesienhoidon järjestämisestä 1 luku 1 §).

Vesienhoitolaki edellyttää vesienhoitosuunnitelman laatimista vesienhoitoalueelle, jossa on yksi tai useampi vesistöalue. Suomessa näitä vesienhoitoalueita on kahdeksan. Vesienhoitosuunnitelmassa tulee esittää tiedot vesienhoitoalueesta, tiedot vesienhoitoalueella laaditusta vesimuodostumien erikoispiirteiden tarkastelusta, luokittelusta, ympäristötavoitteista sekä muista vesien tilaan ja käyttöön liittyvistä seikoista (Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 2004/1299).

2.4.5 Jätelaki ja -asetus

Jätelain tarkoituksena on ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ihmisen terveydelle sekä edistää luonnonvarojen kestävä kehitystä (Jätelaki 646/2011). Lisäksi lailla pyritään vähentämään jätettä ja sen haitallisuutta. Jätelakia sovelletaan jätteen, jätehuoltoon ja roskaantumiseen sekä tuotteisiin ja toimintaan, joista jätettä syntyy (Jätelaki 646/2011). Ympäristöön ei tule jättää jätettä eikä sinne tule hylätä konetta, laitetta, ajoneuvoa, alusta tai muuta esinettä eikä päästää ainetta niin, että siitä voi aiheutua maiseman rumentumista ja viihtyisyyden vähentymistä.

Jätteen määrää tulee vähentää ja jäte tulisi ensisijaisesti kierrättää uudelleenkäyttöä varten tai sitten ainoastaan kierrättää se. Jäte voidaan hyödyntää myös energiana ja jos nämä edellä mainitut toimenpiteet eivät ole mahdollisia, jäte on loppukäsiteltävä esim. kaatopaikkasijoituksena.

Toiminnanharjoittajan tulee laatia turvetuotantoalueelle jätehuoltosuunnitelma. Suunnitelmassa esitetään alueet, mihin jätteiden lajittelu ja keräys suoritetaan. Lisäksi suunnitelmassa on esitetty paikat, joihin kiinteät ja tilapäiset polttonestesäiliöt sijoitetaan. Kiinteät polttonestesäiliöt tulee olla kaksoisvaipallisia lapon- ja ylitäytönestolla varustettuja ja siirrettävät polttonestesäiliöt tulee säilyttää tiiviillä alustalla riittävän etäällä tuotantoalueesta ja lähimmästä vesistöstä. Polttonestesäiliöiden sijoittaminen kuuluu osana palosuojelusuunnitelmaa, joka on pelastusviranomaisen hyväksymä.

2.4.6 Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje

Turvetuotannon ympäristönsuojelua, lainsäädäntöä ja sen soveltamista ohjeistettiin ensimmäisen kerran vuonna 2003, ympäristöministeriön turvetuotannon ympäristönsuojeluohjeella. Tätä ohjetta päivitettiin 2008 turvetuotannon ympäristönsuojeluoppaalla. Oppaan tarkoituksena ovat ympäristönsuojelullisten tavoitteiden säilyttäminen turvetuotannon toimialalla huomioiden elinkeinon omat intressit hyvää ympäristönsuojelukäytäntöä noudattaen. Nämä edellä mainitut ohjeet korvattiin uudella 2013 valmistuneella turvetuotannon ympäristönsuojeluohjeella. Ympäristönsuojeluohje pyrkii edistämään turvetuotannon ympäristötavoitteiden toteutumista yhdenmukaisin menettelyin ja lain tulkinnoin (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 7).

Uuden ohjeen tavoitteena on turvetuotannon ympäristönsuojelun tehostaminen ja turvetuotannon aiheuttamien ympäristöhaittojen vähentäminen. Näihin tavoitteisiin päästään tarkentamalla turvetuotannon vesienkäsittelyrakenteiden mitoitusta. Turvetuotannon aiheuttamaa vesistökuormitusta voidaan vähentää käyttämällä parasta käyttökelpoisinta tekniikkaa, josta hyvänä esimerkkinä on ympärivuotinen pintavalutus.

2.4.8 Kymijoen–Suomen vesienhoitosuunnitelma vuosille 2009–2015

Ensimmäisen suunnittelukierroksen vesienhoitosuunnitelmat, jotka ulottuvat vuoteen 2015, hyväksyttiin valtioneuvostossa 2009. Suunnitelmissa esitettiin pintavalutus-

kenttien ja virtaaman säätöjen kaksinkertaistamista vuoteen 2015, jotka ovat toimenpiteitä turvetuotannon vesiensuojelun kehittämiseksi. Lisäksi suunnitelmissa on tavoitteena parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttö kaikilla turvetuotantoalueilla vuoteen 2015 mennessä (Selänne, 20). Vuonna 2014 on valmistunut ehdotus tarkistetuksi vesienhoitosuunnitelmaksi seuraavalle kuudelle vuodelle (2021). Uusi päivitetty vesienhoitosuunnitelma hyväksytään valtioneuvostossa viimeistään joulukuussa 2015.

Saarijärven reitin vesistöjen tilan parantamiseksi toimenpideohjelmassa esitetään ravinnekuormituksen tuntuvaa vähentämistä. Turvetuotannon vesiensuojelussa tulee panostaa myös kiintoaine- ja humuskuormituksen vähentämiseen. Keski-Suomen 3. vaihemaakuntakaavassa esitetyt uudet turvetuotantoon soveltuvat alueet tuovat lisähaasteen Saarijärven reitin vesistöjen vesiensuojeluun. Saarijärven reitin turvetuotannon vesistöhaitat ovat nousseet esille niin paikallisella kuin valtakunnallisella tasolla ja vastustus koko toimialaa kohtaan on noussut monilla reitin alueista.

2.4.10 Keski-Suomen pintavesien toimenpideohjelma vuoteen 2015

”EU:n alueelle on asetettu yhteiset tavoitteet vesien tilan parantamiseksi vuoteen 2015 mennessä. Tavoitteet on määritelty vesipolitiikan puitedirektiivissä (2000/60/EY), joka on Suomessa pantu toimeen lailla vesienhoidon järjestämisestä (1299/2004) ja siihen liittyvillä asetuksilla vesienhoitoalueista (1303/2004), vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006) ja ympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006). Lisäksi on tarvittavin osin muutettu ympäristönsuojelulakia ja vesilakia. Näillä säädöksillä vesipuitedirektiivin vaatimukset on liitetty osaksi suomalaista vesien käyttöön, hoitoon ja suojeleluun liittyvää toimintaa, jonka olennaisena perustana on edelleen ympäristönsuojelulain (527/2014) ja vesilain (587/2011) mukainen lupajärjestelmä” (Keski-Suomen pintavesien toimenpideohjelma vuoteen 2015).

Toimenpideohjelman tavoitteena on saavuttaa pintavesien hyvä ekologinen ja kemiallinen tila vuoteen 2015 mennessä. Lisäksi tavoitteena on seuraavaa:

- Pohjavesien kemiallinen ja määrällinen tila on vuoteen 2015 mennessä vähintään hyvä
- Pinta- ja pohjavesien tila ei heikkene

- Keinotekkoisten ja voimakkaasti muutettujen vesien ekologien tila on vuoteen 2015 mennessä vähintään niin hyvä kuin näiden vesien muuttunut tila mahdollistaa (niin sanottu "hyvä saavutettavissa oleva tila")
- Pilaavien sekä muiden haitallisten ja vaarallisten aineiden pääsyä vesiin rajoitetaan
- Tulvien ja kuivuuden haitallisia vaikutuksia vähennetään

Keski-Suomen ELY-keskuksen toimialueelle on laadittu toimenpideohjelmat niin pinta- kuin pohjavesille. Ensimmäisessä toimenpideohjelmassa keskityttiin suuriin vesistöihin ja vesiensuojellisesti kaikkein ongelmallisimpiin vesistöihin. Suunnittelua tullaan tarkentamaan tulevilla suunnittelukausilla (2016–2021).

2.5 Turvetuotannon valvonta

2.5.1 Viranomaisvalvonta

Alueellisen ELY-keskuksen ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue valvoo ympäristönsuojelulain nojalla myönnetyn ympäristöluvan noudattamista turvetuotannossa. Uuden ympäristönsuojelulain mukaan kaikki turvetuotantoalueet tarvitsevat ympäristöluvan (Ympäristönsuojelulaki 527/2014). Valvonnallinen toimivalta käsittää päälekkäisyyksiä, joten valvontaa tehdään tietyiltä osin molempien viranomaisten yhteistyönä (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 10).

Turvetuotannon ympäristöluvista määrättyjä kalataloudellisia velvoitteita valvoo alueellisen ELY-keskuksen E-vastuualueen kalatalousasiantuntijat. Lisäksi kalatalousviranomainen hoitaa kalatalousmaksujen käyttösuunnitelman ja sen toimeenpanon. Kalatalousviranomainen antaa lausuntoja turvetuotannon ympäristöluvista lupaviranomaiselle, tuomioistuimille ja suoraan toiminnanharjoittajille.

Pelastuslain ja kemikaalilain mukaista valvontaa turvetuotantoalueella harjoittavat pelastusviranomaiset (Pelastuslaki 379/2011, 2§ ja 3§). Pelastuslaitos tekee turvetuotantoalueelle palotarkastuksia ja muita pelastuslakiin liittyviä valvontatehtäviä (Pelastuslaki 78§). Sisäasiainministeriö on julkaissut 1.7.2012 oppaan turvetuotantoalueiden paloturvallisuudesta.

2.5.2 Ympäristönsuojelulain mukainen valvonta

Ympäristönsuojelulain mukainen valvonta jaetaan laillisuus- ja yleisen edun valvontaan. Valvontaviranomaisen (Alueellinen ELY-keskus/kunta) suorittamaan laillisuusvalvontaan sisältyy mm. seuraavia tehtäviä:

- ympäristöluvan tarpeen arvioiminen
- ympäristölupamääräysten noudattamisen valvonta
- vuosiyhteenvetotietojen tarkistaminen
- toiminnanharjoittajien lähettämien päästö- ja vaikutustarkkailutietojen tarkistaminen
- valvontatarkastukset
- mahdollisiin epäkohtiin ja laiminlyönteihin puuttuminen

Valvontaviranomaisen suorittamia yleisen edun valvontatehtäviä ovat mm.:

- valvontaviranomaisen antamat lausunnot ympäristölupahakemuksista alueelliselle lupaviranomaiselle (AVI)
- valvontaviranomaisen antamat lausunnot erinäisten valitusten johdosta
- valvontaviranomaisen laatimat muutoksenhakulausunnot alueelliselle lupaviranomaiselle
- ympäristöluvassa määrättyjen suunnitelmien ja selvitysten hyväksyminen sekä tarkkailuohjelmien hyväksyminen/muuttaminen

(Selänne 2012)

Alueellisella ELY-keskuksella on käytössään valvonnan tietojärjestelmä (VAHTI). Järjestelmässä on tiedot turvetuotannon toiminnanharjoittajista ja valvottavista tuotantoalueista. Järjestelmään kirjataan toiminnanharjoittajien vuosittain ilmoittamat tiedot turvetuotantoalueiden pinta-aloista ja vesiensuojelurakenteista sekä vesistöön kohdistuvista bruttovuosipäästöistä ja käytetyistä kemikaalimääristä. Lisäksi VAHTI:iin tallennetaan tarkastuksista laaditut pöytäkirjat, toiminnanharjoittajan tekemät häiriöilmoitukset sekä kansalaisten tekemät ilmoitukset (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 61).

Ympäristöviranomaisen on suoritettava luvan saaneen toiminnan tarkastus riittävän usein (Ympäristönsuojeluasetus 713/2014). Ympäristöministeriö on laatinut ympäris-

tölupien valvontaohjeen v. 2012. Ympäristöministeriössä laaditaan uusi valvontaohje vuoden 2014 aikana. Turvetuotannon määräaikaistarkastusten tekeminen kuuluu luokkaan 3. eli vähintään joka kolmas vuosi tarkistettaviin (Selänne 2012, Martinjärven päästöpäivä).

Turvetuotannon määräaikaistarkastuksella käydään läpi mahdollinen ympäristölupa ja sen lupamääräykset sekä tuotantoalueen päästö- ja vaikutustarkkailun tulokset vähintään edellisen ja kuluvan vuoden osalta. Lisäksi käydään läpi edellisen tarkastuksen pöytäkirja, mahdolliset häiriö- ja yleisöilmoitukset ja kuluvan vuoden käyttöpäiväkirja. Tämän lisäksi suoritetaan tuotantoalueella seuraavat silmämääräiset tarkastukset:

- sarkaojarakenteiden (liettaskut, lietteenpidättimet) kunto
- laskeutusaltaiden, virtaamansäätöpatojen ja pumppaamoiden kunto
- pintavalutuskentän toimivuus
- mahdolliset muut vesienkäsittelyrakenteet (kosteikot, kasvillisuuskentät, kemiallinen puhdistus)
- mahdolliset ohitusvuotopatojen sijoittamiset ja kunto
- osa eristys-, kokooja- ja laskuojista (toimivuus)
- tukikohta (yleinen siisteys, jätteiden ja polttonesteiden varastointi)
- tuulipussi

2.5.3 Muu valvonta

Turvetuotantoalueelle tehdään tarkastuksia kansalaisten jättämien valitusten johdosta tai jos ilmenee, että turvetuotannon seurauksena tapahtuu poikkeuksellisia päästöjä (rankkasateet, tulva-aika). Tarkastuksilla otetaan vesinäytteitä niin tuotantoalueelta kuin mahdollisesti sen lähialueelta. Lisäksi tarkastuksia voidaan tehdä toiminnanharjoittajan lupahakemuksesta annettavan lausunnon antamisen yhteydessä. Joissain tapauksissa tarkastus tehdään vesiensuojelurakenteen valmistuttua tuotannon aloitusvaiheessa.

Tarkastuksella havaituista puutteista tehdään merkintä pöytäkirjaan ja annetaan määräaika, jonka puitteissa epäkohdat tulee korjata. Toiminnanharjoittajan jättäessä sovitut toimenpiteet tekemättä tai muutoin lyö laimin ympäristönsuojelulakia voi alueellinen ELY-keskus käyttää sekä hallinnollisia että rikosoikeudellisia keinoja lainvastaisen toiminnan korjaamiseksi. ELY-keskuksen hallinnollisia keinoja voivat olla:

- pyydetään toiminnanharjoittajalta kirjallinen selvitys lupamääräysten noudattamatta jättämisestä
- kehoitetaan kirjallisesti toiminnanharjoittajaa saattamaan tilanne lupamääräysten mukaiseksi annetussa määräajassa
- kehotuksesta huolimatta toiminnanharjoittaja ei ole tilannetta korjannut, voi ELY-keskus panna vireille hallintopakkoasian
- ELY-keskus voi myös hakea luvan muuttamista tai peruuttamista AVI:ltä

Valvontaviranomaisen rikosoikeudellisia keinoja voivat olla:

- ilmoitus poliisille lupamääräyksen rikkomisesta, ellei tekoa pidetä olosuhteet huomioon ottaen vähäisenä ja yleinen etu ei vaadi syytteen nostamista (Ympäristönsuojelulaki 188 §)

(Selänne 2012)

2.5.4 Omavalvonta

Turvetuotannon ympäristöasioiden omavalvonnalla tarkoitetaan tuottajan tietyin väliajoin järjestämää, omaehtoista, järjestelmällistä ja hyvin dokumentoitua tuotantoalueen ympäristöasioiden tarkastusta (TASO). Omavalvonnan kehittämisellä ja lisäämisellä on merkittävä rooli turvetuotannon ympäristöasioiden hallinnassa. Omavalvonnalla pyritään havaitsemaan turvetuotantoalueen vesienkäsittelyrakenteiden viat ja korjaamaan ne mahdollisimman pian. Omavalvontaa suositellaan tehtäväksi kahden viikon välein sekä lisäksi kevättulvan ja muiden ylivirtaamatilanteiden aikana. Turvetuotantoalueen käyttöpäiväkirjaan on hyvä merkitä omavalvontatarkastukset. Omavalvontaa voi suorittaa niin toiminnanharjoittaja, urakoitsija kuin tehtävään palkattu ulkopuolinen konsultti.

Turvetuottajat ovat panostaneet voimakkaasti viime vuosien aikana turvetuotannon omavalvontaan mm. Vapo Oy vuodesta 2011 alkaen. Useilla turveyrittäjillä on käytössään omavalvontasuunnitelmat ja omavalvontalomakkeet. TASO-hankkeen (2011–2013) yksi osahankkeista oli turvetuotannon ympäristöasioiden omavalvonnan kehittäminen (kuva 13). Hankkeen aikana laadittiin omavalvontaa koskevat yhteismitalliset ohjeet sekä erilliset lomakkeet turvetuotannon vesiensuojeluun (liite 5). Omavalvontalomakkeiden tarkastuslistat olivat koekäytössä Saarijärven reitin pientuottajilla tuotan-

toivuoden 2013 ja näiden käyttökokemusten myötä saatiin arvokasta käytännön tietoa lomakkeiden soveltuvuudesta (TASO).



KUVA 13. Pientuottajien omavalvontakoulutuksessa Karstulassa 3.10.2013 harjoiteltiin vesiensuojelun omavalvontaa käytännössä viranomaisten opastuksella (Högmander 2013)

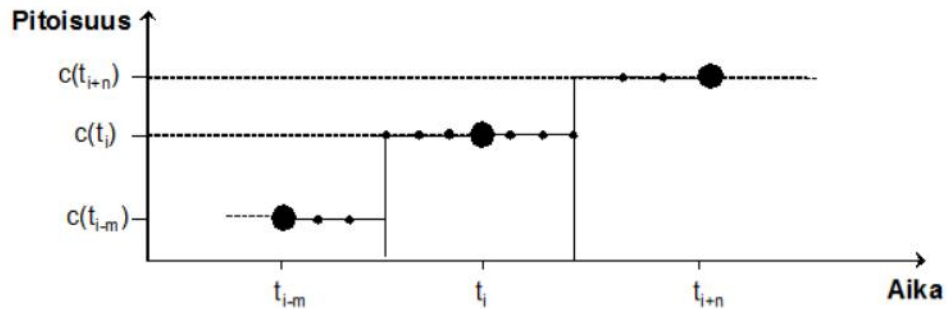
2.6 Turvetuotannon velvoitetarkkailut

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus julkaisi 2006 turvetuotannon tarkkailuoppaan, joka sisältää osion turvetuotannon velvoitetarkkailusta. Velvoitetarkkailun tarkoituksena on saada tietoa turvetuotannon aiheuttamasta kuormituksen määrästä, laadusta ja sen vaikutuksista alapuoliseen vesistön tilaan.

Turvetuotannon velvoitetarkkailu voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen; käyttö- ja päästötarkkailuun sekä vaikutustarkkailuun. Vaikutustarkkailuun sisältyy vesistö- ja kalataloustarkkailua sekä tapauskohtaisesti myös pohjavesi-, pöly- ja melutarkkailua, liettymien ja veden pinnan korkeuden tarkkailua sekä luonnonsuojelullista tarkkailua (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 55).

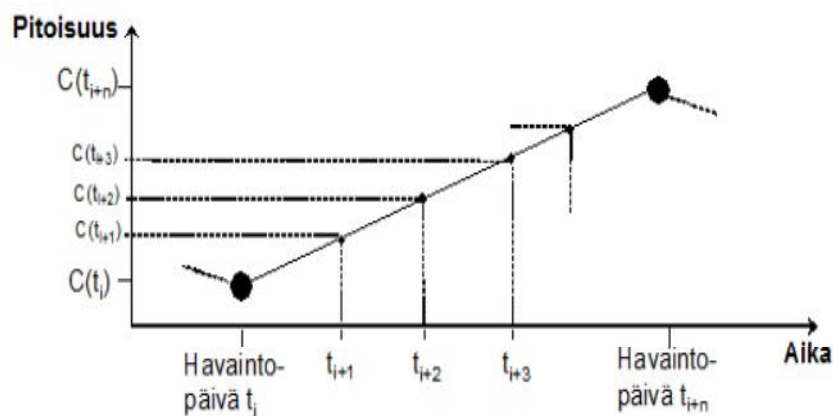
Yksi tärkeä osa-alue velvoitetarkkailua on saatujen tulosten raportointi viranomaiselle. TASO-hankkeessa (2011–2013) on valmistunut laskentaohjesuositus turvetuotannon tarkkailuihin. Tämän kaltainen ohjeistus on tärkeää, jotta turvetuotannon tarkkailun tuloksia voitaisiin pitää luotettavina ja niiden vertailtavuutta optimaalisena. Valmistuneen tutkimuksen yhteenvetona voidaan todeta, että periodi- ja lineaarisella interpo-

laatiomenetelmällä saadut tulokset turvetuotannon kuormituksesta ovat lähempänä toisiaan (TASO). (Kuva 14/15.)



KUVA 14. Ainevirtaamien laskentaan käytettävän Periodimenetelmän periaatekuva. m = vuorokausien lukumäärä edeltävästä havaintopäivästä havaintopäivään ja n = vuorokausien lukumäärä havaintopäivästä seuraavaan havaintopäivään.

Kuormituksen suhteen ei ole kuitenkaan käytettävissä ”absoluuttisesti oikeaa tietoa”, joten verrattaessa eri menetelmiä ja erilaisia laskentamalleja keskenään, ”oikeaa arvoa” ei tiedetä. Turvetuotantoalueilta saadaan jatkuvasti uutta kuormitustietoa jatkuvatoimisilta vedenlaadun mitta-asemilta. Tämä tieto mahdollistaa arvioimaan uudelleen käytettyjen laskentamenetelmien oikeellisuutta (Tattari 2013).



KUVA 15. Ainevirtaamien laskentaan käytettävän Interpolaatiomenetelmän periaatekuva. n = vuorokausien lukumäärä havaintopäivästä seuraavaan havaintopäivään.

2.6.1 Käyttötarkkailu

Turvetuotannon käyttötarkkailu on sen toiminnan ympäristövaikutuksiin liittyvää tarkkailua. Käyttötarkkailun tarkoituksena on kerätä tausta-aineistoa varsinaiselle turvetuotantoalueen päästötarkkailulle kirjaten ylös päästöihin vaikuttavat toimenpiteet sekä miten vesienkäsittelyrakenteiden omavalvonta toimii. Käyttötarkkailu aloitetaan heti tuotantoalueen kuntoonpanovaiheessa ja jatkuu aina jälkihoitovaiheeseen saakka. Toiminnanharjoittaja kirjaa käyttöpäiväkirjaan kaikki ne toiminnot, joilla on ympäristövaikutuksia, kuten vesienkäsittelyrakenteiden kunnossapidon, erilaiset häiriötilanteet, ojitustiedot, lietteenpoistot ojastoista ja laskeutusaltaista, toiminnanharjoittajan omavalvontatarkastukset, viranomaisen tarkastukset ja säätilaa koskevat tiedot. Ympäristölupahakemukseen tulee liittää suunnitelma käyttö- ja päästötarkkailusta. Turvetuotannon käyttötarkkailusta on määräykset ympäristöluvassa.

2.6.2 Päästötarkkailu

Turvetuotannon päästötarkkailun tarkoituksena on mitata tuotantoalueelta lähtevän veden laatua ja määrää. Päästötarkkailu perustuu siihen, että toiminnanharjoittajan tulee olla riittävästi selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista (Ympäristönsuojelulaki 62 §). Ympäristölupapäätöksessä annetaan määräykset turvetuotantotoiminnan päästötarkkailusta ja sen raportoinnista. Päästötarkkailun ja sen raportoinnin hoitaa julkisen vallan alainen konsultti, jonka näytteenottajat ovat sertifioituja. Päästötarkkailua toteutetaan mittaamalla turvetuotantoalueelta lähtevän veden virtaamaa (mittapato/V-pato) sekä ottamalla vesinäytteet vesienkäsittelyrakenteen ylä- että alapuolelta ja laskemalla näiden tekijöiden avulla alueelta lähtevä kuormitus.

Turvetuotantoalueen päästötarkkailua suoritetaan tarkkailusuunnitelmassa olevan näytteenottoaikataulun mukaisesti ympärivuotisesti. Ympärivuotisessa päästötarkkailussa virtaamaa mitataan jatkuvasti ja vesinäytteet otetaan seuraavasti: 1.4.–31.12. kaksi kertaa kuukaudessa, 1.1.–31.3. kerran kuukaudessa ja kevättulvan (1.4.–1.5.) aikaan kerran viikossa käyttäen vuodenajasta riippuen joko suppeaa tai laajaa analyysivalikoimaa. laajaan analyysivalikoimaan kuuluvat seuraavat parametrit: kiintoaine, COD_{MIN}, Kok. P, Kok. N, pH, ammoniumtyppi, fosfaattifosfori (suod.) ja rauta.

Suppeaan analyysivalikoimaan kuuluvia parametrejä ovat: kiintoaine, COD_{MN} , Kok. P, Kok. N ja pH.

Päästötarkkailua toteutetaan tuotannon kuntoonpano- ja tuotantovaiheessa. Lisäksi tarkkaillaan vesinäytteiden avulla vesienkäsittelyrakenteiden tehoa. Kuntoonpanovaiheessa virtaamaa mitataan päivittäin ja vesinäytteet otetaan laajan analyysivalikoiman mukaan käyttäen samaa näytteenottotiheyttä kuin ympärivuotisilla tarkkailuasemilla käytetään. Tuotantovaiheen tarkkailua tehdään määrävuosina kuitenkin vähintään kaksi kertaa lupakautena. Vesinäytteet otetaan neljänä ajanjaksona vuodessa: maaliskuuhuhtikuussa, kesä–heinäkuussa, syys–lokakuussa ja joulukuuhelmikuussa käyttäen suppeaa analyysivalikoimaa. Lisäksi jokaisen vesinäytteen ottamisen yhteydessä mitataan virtaama.

Turvetuotantoalueen valumavesien mittausta kehitetään testaamalla jatkuvatoimisia veden laadun mittalaitteita. Menetelmä tarvitsee vielä kehitystyötä ja tällä hetkellä se ei korvaa perinteistä vesinäytteenottoa. Menetelmä antaa kertanäytteenottoa paremman analyysin kuormituksen vaihteluista. Laitteistolla voidaan mitata veden sameutta, kiintoainepitoisuutta, orgaanisen hiilen kokonaismäärää, liukoisen orgaanisen hiilen määrää, veden kemiallista hapenkulutusta sekä nitraatti- ja nitriittityppeä riippuen käytettävästä anturista.

TASO-hankkeessa (2011–2013) selvitettiin automaattisten jatkuvatoimisten mitta-asemien toimintaa turvetuotannossa (kuva 16). Hankkeen aikana asennettiin kahdeksan aurinkopaneeleilla toimivaa mitta-asemaa kuuteen eri kohteeseen. Mitta-asemilla mitattiin virtaaman lisäksi seuraavia parametreja: sameutta, kiintoainetta, kemiallista hapenkulutusta ja orgaanista hiiltä. Lisäksi otettiin kertanäytteitä noin 16–24 kappaletta vuodessa mittalaitteiden kalibrointiin ja veden laadun seuraamista varten.



KUVA 16. Savonnevan kosteikolta lähtevän veden jatkuvatoiminen virtaamanmittaus oli toiminnassa heti lumien sulaessa keväällä 2013 (Högmander 2013)

2.6.3 Vesistötarkkailu

Vesistötarkkailussa seurataan turvetuotantoalueen kuivatusvesien vaikutusta alapuoliseen vesistöön. Tarkkailuun kuuluvat pääasiassa fysikaalis-kemiallinen sekä biologinen tarkkailu, jota tehdään huomattavasti vähemmän. Vesistötarkkailua tehdään noin 3–5 vuoden välein ja yleensä kahdesti vuodessa: maaliskuu–huhtikuussa ja heinä–elokuussa. Tarkkailu aloitetaan jo turvetuotantoalueen kuntoonpanovaiheessa. Vesistötarkkailuun sisältyvät vesinäytteet ottaa ulkopuolinen konsultti.

Vesistötarkkailusta määrätään ympäristöluvassa, jossa on liitteenä tarkkailusuunnitelma. Tarkkailusuunnitelmasta tehdään yksityiskohtaisempi tarkkailuohjelma, joka tulee olla alueellisen ELY-keskuksen hyväksymä. Tarkkailuohjelmaan kuuluvat tiedot tarkkailun järjestämisestä, kuten havaintopaikkojen perustaminen ja käytettävät biologiset menetelmät (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 58). Vesistötarkkailua voidaan tehdä myös yhteistarkkailuna, jos yhdellä vesistöalueella on muutakin vesistöä kuormittavaa toimintaa.

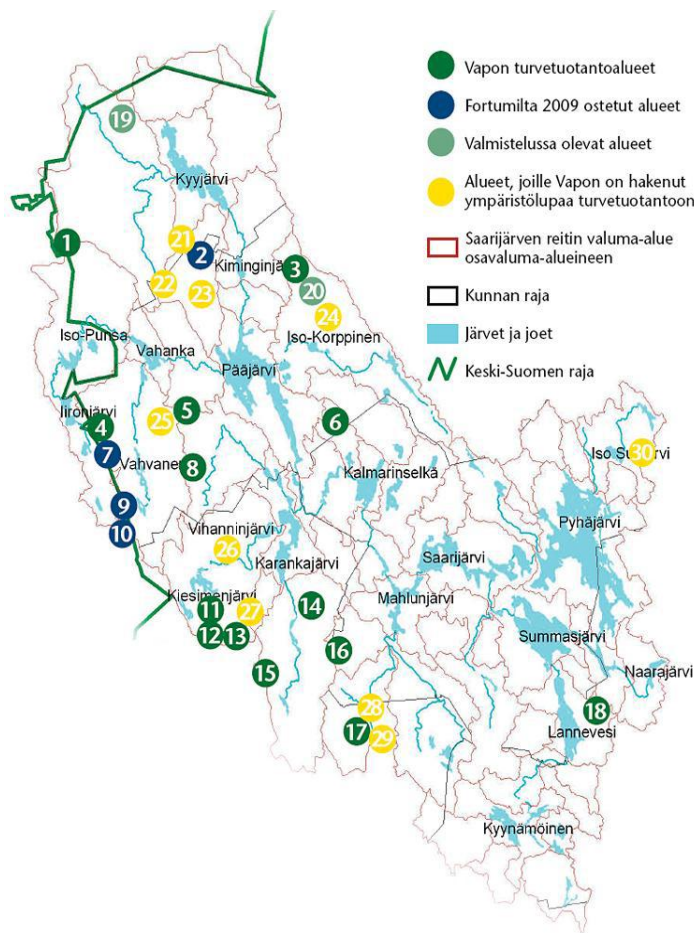
Vesistötarkkailusta saatuja tuloksia käytetään turvetuotantoalueen alapuolisen vesistön tilan muutosten ja turvetuotannon vesistöön aiheuttamien muiden vaikutusten, kuten esim. kalastollisten ja virkistyskäyttöön vaikuttavien muutosten seurantaan. Vesistötarkkailu voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen: veden laadun tarkkailuun ja biologiseen tarkkailuun. Veden laatua tarkkaillaan mittaamalla tarkkailuohjelmassa esitettyjen parametrien pitoisuuksia määritetyissä järvi- ja jokipisteissä ja tulosten avulla voidaan arvioida veden laatumuutoksia. Biologinen tarkkailu voi sisältää useita erilaisia tarkkailuja, kuten pohjaeläin-, kala-, piilevä-, kasviplankton- ja vesikasvitarkkailuja.

Bio-Tar-hankkeessa tutkittiin uusia menetelmiä turvetuotannon vesistövaikutusten arvioimiseksi. Hankkeen tarkoituksena oli kehittää turvetuotantoon paremmin soveltuvia biologisia tarkkailumenetelmiä. Biologiset laatutekijät reagoivat herkimmin turvetuotannon aiheuttamiin vesistön kuormitukseen. Tämän kaltainen tutkimus on tarpeen, koska biologinen tarkkailu on lisääntynyt VPD:n myötä.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Saarijärven reitti

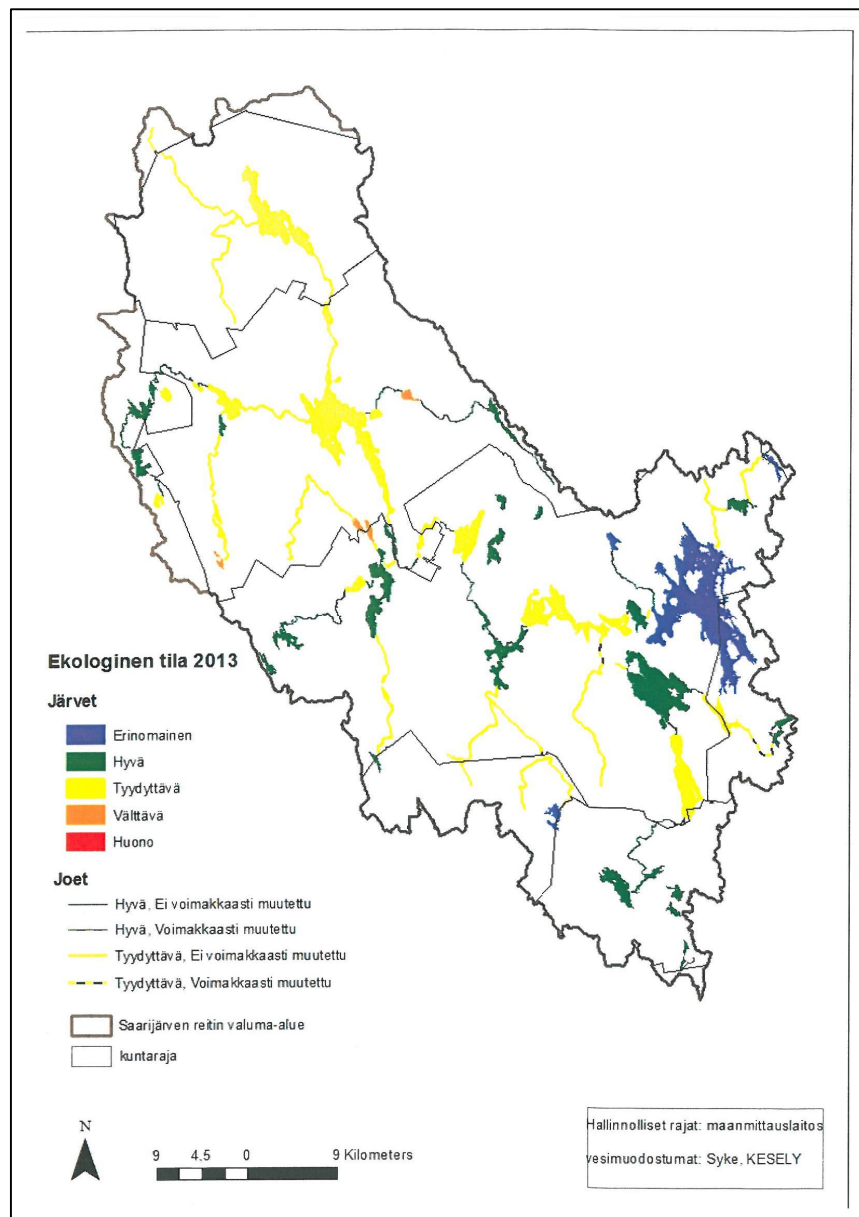
Saarijärven reitti kuuluu Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueeseen. Reitin vedet alkavat Suomenselän suoalueilta. Saarijärven reitti sijaitsee suurimmaksi osaksi Keski-Suomen läänin luoteis- ja länsiosassa. Osa reitin lukuisista joki-, koski- ja järvialueista kuuluvat Natura-suojeluohjelmaan. Lisäksi Saarijärven reitti on maisemallisesti arvokas asutuksineen ja viljeltyine peltoineen. Saarijärven reitin ylin järvi on Kyyjärvi, josta vedet laskevat useiden jokien ja järvien kautta Kuhnmoon (Keski-Suomen ympäristökeskus 2009). Reitillä on useita järviä, jotka sijaitsevat 10 eri kaupungin ja kunnan alueella (kuva 17). Reitti alkaa pohjoisesta Keski-Suomesta Kyyjärveltä päätyen Uuraisten kuntaan.



KUVA 17. Saarijärven reitin luokitellut järvet (TASO-hanke)

3.2 Saarijärven reitin vesistöjen tila

Saarijärven reitillä on järviä 9,4 % ja soita noin 25 %. Reitit vedet ovat luontaisesti hyvin humus- ja ravinnepitoisia. Saarijärven reitin järvistä lähes 60 % ja jokialueista 50 % on vesienhoidon suunnittelussa luokiteltu tyydyttävään tai sitä huonompaan tilaan (Keski-Suomen ELY-keskus 2012). Maakuntamme vesistöistä vesien tila on huonoimmassa kunnossa juuri Saarijärven reitillä. Järvistä vain Pyhäjärvi on luokiteltu erinomaiseksi ja Mahlunjärvi sekä Karankajärvi hyvään tilaan. Nopolanjoki on luokiteltu ainoastaan tyydyttävään tilaan (kuva 18).



KUVA 18. Vesien ekologinen tila Saarijärven reitillä (Selänne 2014)

Suomenselän suoalueiden vedet vaikuttavat siihen, että Saarijärven reitin vedet ovat hyvin ravinnepitoisia. Reitin vedet ovat lisäksi luontaisesti humuspitoisia ja tästä syystä väriltään ruskeita. Etenkin reitin latvajärvet ovat matalia ja veden virtaus niissä on nopeutunut. Saarijärven reitin valuma-alue (3 120 km²) on vedenpidätyskyvyltään heikentynyt, mikä johtaa voimakkaampaan valuntaan aiheuttaen mm. eroosiota.

Saarijärven reitin vesistöt ovat muuttuneet suurelta osin vedenpintojen laskun seurauksena. Reitin uittoväliä on perattu ja kuivatuksia tehty maataloutta ajatellen. Valtion toimesta on purettu reitin vanhoja patoja, mutta rakenteita on jäänyt edelleen jäljelle.

Kolme toiminnassa olevaa voimalaitosta aiheuttavat Saarijärven reitillä säännöstelyvaikutusta. Leuhunkosken voimalaitoksen säännöstely vaikuttaa Saarijärveen sekä Iso- ja Pieni-Lumperoiseen ja voimalaitoksen alapuoliseen vesistöön. Hietamankosken voimalaitos vaikuttaa Kiimasjärven ja Naarakosken välillä sijaitsevaan vesistöön. Keski-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus on jättänyt Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirastolle hakemuksen Saarijärven sekä Pieni- ja Iso-Lumperaisen vedenpinnan säännöstelyn lupaehtojen muuttamisesta. Lupaehtojen muuttamisen tavoitteena on vähentää säännöstelystä aiheutuvia vesiympäristöhaittoja. Parantalan voimalaitos vaikuttaa Pyhäjärven säännöstelyyn, mutta säännöstelyä lieventämälläkään ei ole voitu vaikuttaa vedenpinnan melko suuriin vaihteluihin normaaliolosuhteista (Kyyjärveltä Naarajärvelle 2012, 4).

Saarijärven reitin vesien tila on tullut voimakkaasti esille niin paikallisella kuin valtakunnallisella tasolla. Vesistöjen tilan parantamiseksi tulisi keskittyä ravinnekuormituksen, kiintoaineen ja humuksen vähentämiseen kaikkien toimialojen vesiensuojelussa. Oman lisähaasteen on kuitenkin tuonut Keski-Suomen 3. vaihemaakuntakaavaehdotuksen uudet turvetuotannolle soveltuvat alueet. Saarijärven reitin vesien tilan parantamiseksi on (Keski-Suomen pintavesien toimenpideohjelma vuoteen 2015, 69 - 70) toimialoittain esitetty toimenpiteitä tämän tavoitteen saavuttamiseksi.

Valtakunnallinen turvetuotannon- ja metsätalouden vesiensuojelutason kehittämishankkeen (TASO-hanke) tavoitteena on ollut uuden tiedon ja käytännön sovellusten tuominen näiden toimialojen vesiensuojelun parantamiseksi. TASO-hanke on pilotoitu Saarijärven reitillä. Hankkeen avulla on pyritty vähentämään reitin vesistöjen vesistö-

kuormitusta tarkastelemalla erityisesti Saarijärven reittivesistöihin kohdistuvaa ravinnekuormitusta sekä kiintoaine- ja humuskuormitusta.

3.3 Tutkimuskohteet

Tutkimustyöni sisältää 9 turvetuotantoaluetta pohjoisessa Keski-Suomessa nk. Saarijärven reitillä (kuva 19.). Turvetuotantoalueiden valinnassa olen käyttänyt maantieteellistä valintaa ja tästä syystä suot sijaitsevat 10 eri kunnan alueella. Tutkimuskohteina on 15 ympärivuotisesti toimivaa pintavalutuskenttää ja yksi pienkemikalointiasema. Turvetuotantoalueiden kuivatusvedet johdetaan 55:lle eri vesistöosa-alueelle (liite 2) Tämän tutkimustyön turvetuotantoalueista 6 kpl on Vapo Oy:n ja 3 kpl yksityisten pientuottajien omistuksessa. Tutkimusalueeseen kuuluu sekä vanhoja jo 80-luvulla tuotantonsa aloittaneita että myös uusia suoalueita. Tutkimuksessa mukana olevien turvetuotantoalueiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 1050 hehtaaria.

Jokaisella tutkimustyön turvesuolla on ympärivuotinen tarkkailu ja virtaaman mittaus, joiden avulla saadaan laskettua turvetuotantoalueiden kuormitus kiintoaineen ja ravinteiden osalta. Turvetuotantoalueilla mitataan myös sademääriä, jotka kirjataan muistiin käyttöpäiväkirjaan. Tutkimustyöhön sisätyvien soiden ympäristölupien edellyttämät päästötarkkailusuunnitelmien mukaiset vesinäytteet ottaa Nablabs Oy. Pintavalutuskenttien tehoa tarkkaillaan kahden viikon välein otettavilla vesinäytteillä, poikkeuksena kevättulvan aikaan (15.4.–15.5.2014) kerran viikossa. Tutkimuskohteiden virtaamaa mitataan ympäristöluvan määräämällä tavalla joko jatkuvatoimisesti tai näytteenoton yhteydessä. Tutkimustyössä jokaisen pintavalutuskentän ylä- ja alapuolelta otettiin vesinäytteet neljänä eri ajankohtana huhtikuu–kesäkuun aikana 2014. Vesinäytteitä kertyi yhteensä 120 kappaletta. Virtaama saatiin mitattua 11 pintavalutuskentältä (mittakaivo).

Saarijärven reitti



Mittakaava 1:399999

Koordinaattijärjestelmä: KKJ-yk

Nurkkapisteiden koordinaatit: 6932444:3342707 - 7005644:3420307

0 40 km

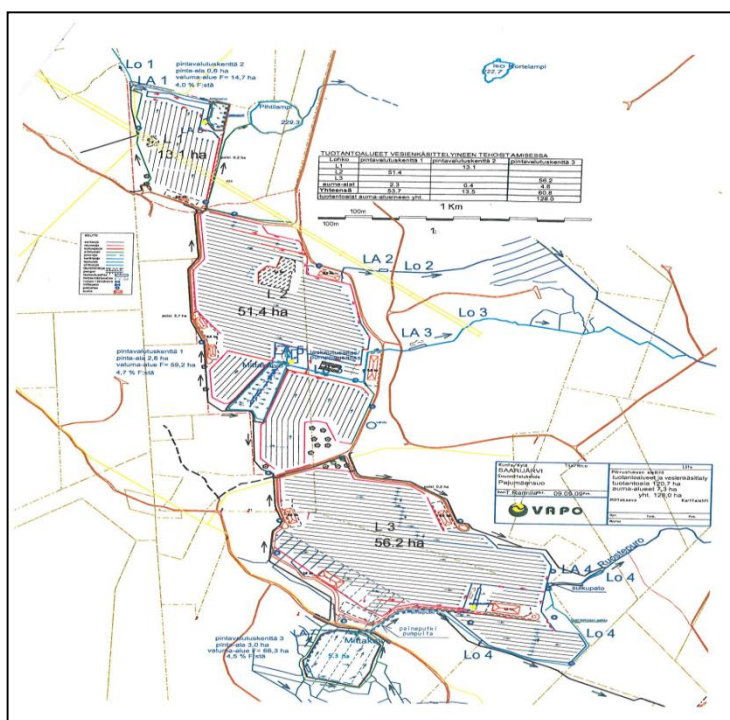
KUVA 19. Tutkimuksessa mukana olevat turvetuotantoalueet Saarijärven reitillä (Liukkonen 2014)

3.3.1 Pajumäensuo

Pajumäensuon turvetuotantoalue sijaitsee Saarijärven kaupungin Mahlun kylässä. Tuotantoalue on ojitettu 80-luvun puolivälissä (1984–1987) ja varsinainen tuotanto on aloitettu jo 1995. Pajumäensuolla oli tuotannossa vuoden 2013 lopulla 113,5 hehtaaria. Pajumäen turvetuotantoalue sijaitsee pääosin Saarijärven reitin (14.6) Kotajoen (Konttijoki) (14.624) valuma-alueella. Lisäksi pieni osa tuotantoalueesta on Selänpäänjoen (14.662) valuma-alueella. Pajumäensuon kuivatusvedet johdetaan kolmelta lohkolta neljän laskuojan kautta Karankajärveen ja Mahlunjärveen.

Pajumäensuon vesienkäsittelymenetelmiä ovat sarkaojen lietetaskut, päästeputkipidätimet, lasketusaltaat, virtaamansäädöt ja kolme ympärivuotisesti toimivaa pintavalu-

tuskentää. Tutkimuskohteitani ovat kolme ympärivuotisesti toimivaa pintavalutus-
kenttää (PVK 1, PVK 2 ja PVK 3). Pajumäensuolla on kolme erillistä tuotantolohkoa
(L1, L2 ja L3). Lohkon 2 pintavalutuskenttä PVK 1 (2,4 ha/4,1 % tuotantoalueen va-
luma-alueesta) on valmistunut 2009 sekä lohkojen 1 ja 3 pintavalutuskentät, PVK 2
(0,6 ha/4 % tuotantoalueen valuma-alueesta) ja PVK 3 (5,9 ha/8,7 % tuotantoalueen
valuma-alueesta), vuonna 2012.



KUVA 20. Pajumäensuon tuotantoalue

Pajumäensuon pintavalutuskentille kuivatusvedet johdetaan paineputkella pump-
pausaltaista pumpppaamalla. Pintavalutuskentän 1 vedet jakautuvat keskelle kenttää
tehdyn jako-ojan avulla. Kentän 2 vedet jakautuvat tasaisesti jako-ojaan asennettujen
muoviputkien avulla. Pintavalutuskentän 3 kuivatusvedet jaetaan kentän länsilaidalla
sijaitsevan jako-ojan kautta. Kentän 1 alaosaan on sijoitettu mittakaivo virtaaman mit-
tausta ja kertainyteenottoa varten. Kenttien kaksi ja kolme virtaaman mittausta ja näyt-
teenotto tehdään keräilyojasta.

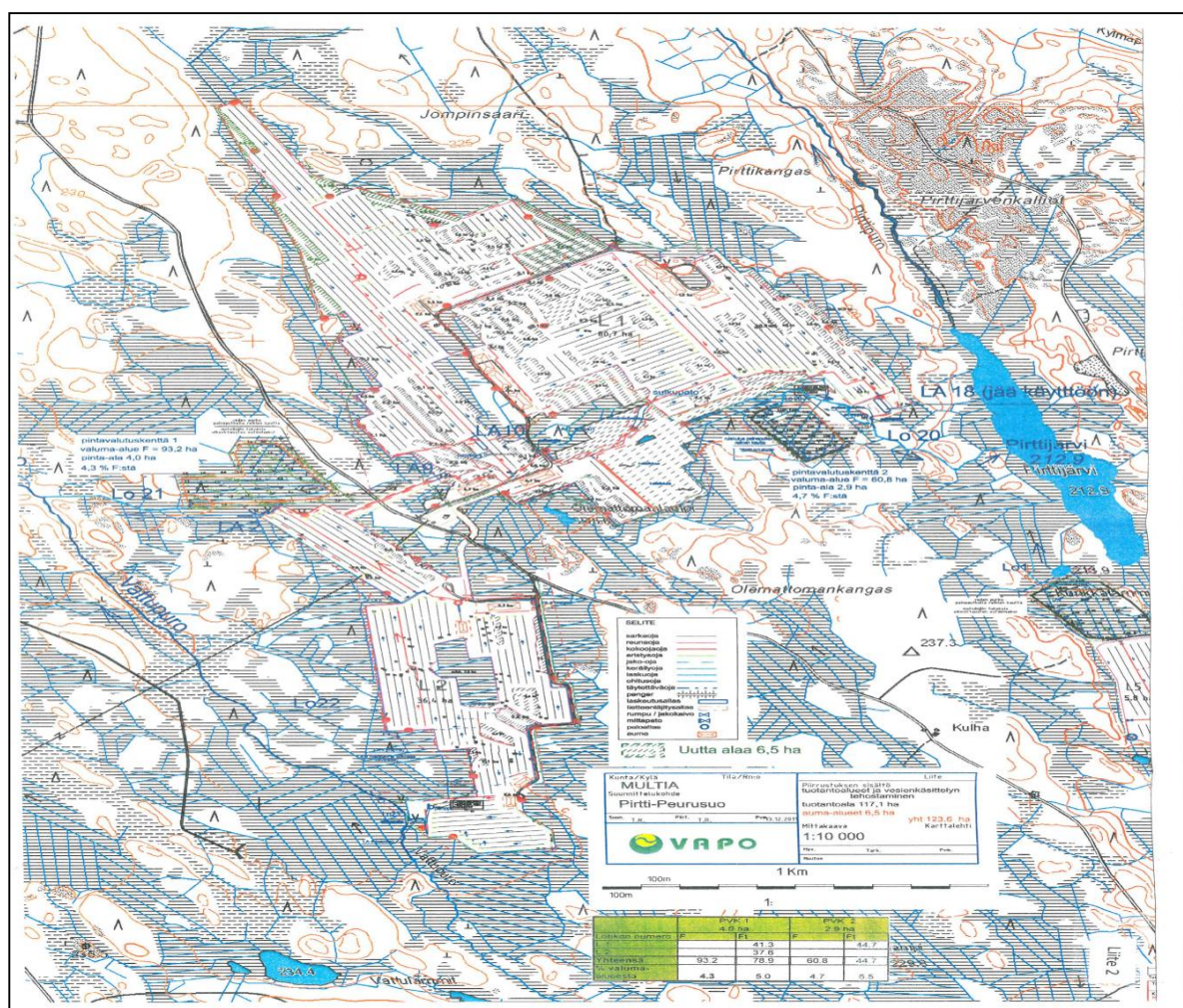
Pajumäensuon turvetuotantoalueen ympäristöluvassa on määritetty PVK 1 puhdistustehon vuosikeskiarvoiksi 1.1.2012 alkaen seuraavaa:

- kiintoaine 50 %
- kokonaisfosfori 50 %
- kokonaistyyppi 20 %

Tuotantoalueen muiden pintavalutuskenttien osalta puhdistustehoa ei ole vaadittu.

3.3.2 Pirtti-Peurusuo

Pirtti-Peurusuon turvetuotantoalue sijaitsee Multian kunnassa. Tuotantoalue on jaettu kahteen erilliseen alueeseen. Pirtti-Peurusuon turvetuotantoalueen valmistelu alkoi vuonna 1976 ja tuotanto vuonna 1981. Tuotannon on arvioitu jatkuvan vuoteen 2030. Vuoden 2013 lopulla Pirtti-Peurusuolla oli tuotannossa 113,5 hehtaaria.



KUVA 21. Pirtti-Peurusuon tuotantoalue

Pirtti-Peurusuon kolmen tuotantolohkon kuivatusvedet johdetaan kolmen laskuojan kautta alapuolisiin vesistöihin. Suurin osa kuivatusvesistä johdetaan lohkon 1 kautta Pirttijärveen, lohkon 2 ja pieni osa lohkon 1 (länsiosaa) vesistä ohjataan Vattupuroon, josta vedet lopulta päätyvät Konttijokeen.

Pirtti-Peurusuon vesienkäsittelymenetelminä ovat perustason lisäksi kaksi ympärivuotisesti pumppaamalla toimivaa pintavalutuskenttää. Kentät ovat vanhoja metsäojitettuja soita. Kentän 1 pinta-ala on 4 ha (4,3 % tuotantoalueen valuma-alueesta) ja kenttä 2 2,9 ha (4,7 % tuotantoalueen valuma-alueesta). Tuotantoalueen kuivatusvedet jaetaan kentille 1 ja 2 paineputkella, josta vesi purkautuu putkiin tehtyjen reikien kautta. Molempien kenttien alalaitaan on asennettu mittakaivot virtaaman mittausta ja kertanäytteenottoa varten.

Pirtti-Peurusuon pintavalutuskenttien 1 ja 2 vuosikeskiarvollinen puhdistusteho tulee olla seuraava (Dnro LSSAVI/128/04.08/2010):

- kiintoaine 50 %
- kokonaisfosfori 50 %
- kokonaistyyppi 20 %

3.3.3 Peuralinnanneva

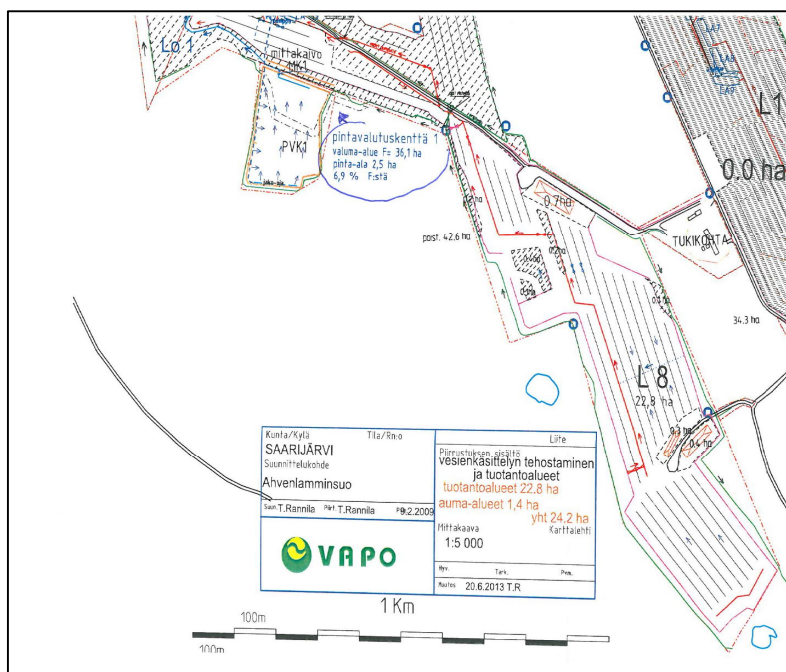
Peuralinnanneva (Isoneva) sijaitsee Peuralinnan kylässä lähellä Kyyjärven kunnan taajamaa (6 km). Tuotantoalue sai lainvoimaisen ympäristöluvan 2008. Peuralinnannevan vesienkäsittelyrakenteet valmistuivat 2010 ja jo samana vuonna osalla aluetta aloitettiin pienimuotoinen tuotanto. Peuralinnanevalla oli tuotannossa 145,5 hehtaaria vuoden 2013 lopulla. Tuotantoalue sijaitsee Saarijärven reitin (14.6) Nopolanjoen valuma-alueella (14.645). Peuralinnannevan kahden tuotantolohkon kuivatusvedet johdetaan yhden laskuojan kautta Heinuanjärveen ja siitä edelleen Nopolanjokeen vesien päätyessä lopulta Kyyjärveen.



KUVA 22. Näytteenotto Peuralinnannevan tuotantoalueen mittakaivolta (Itänen 2014)

kuojan kautta alapuolisiin vesistöihin, Majoinpuroon, Ahvenpuroon sekä Palkkipuroon.

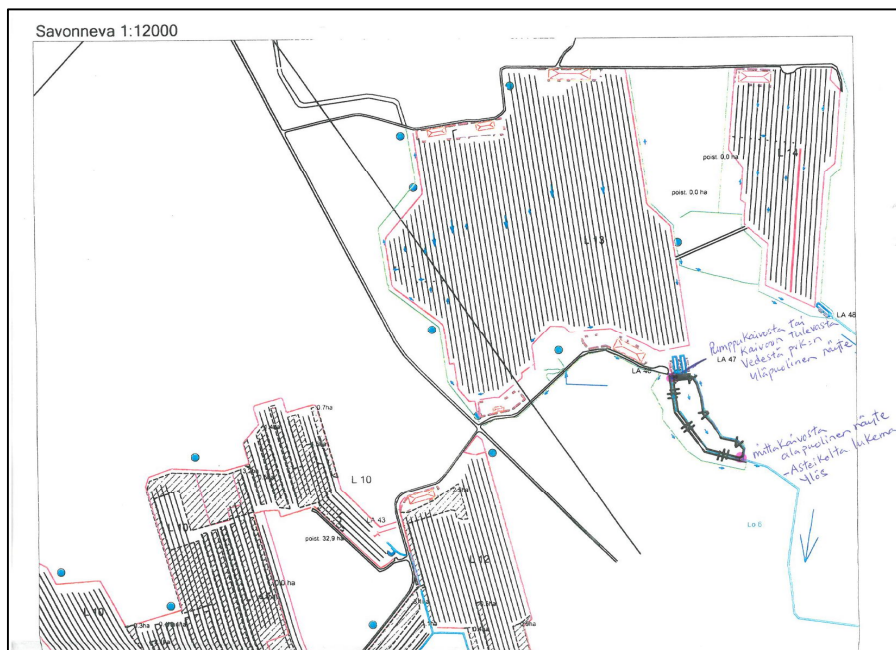
Ahvenlammin vesienkäsittelymenetelmänä on perustason lisäksi 2,7 (yli 8 % tuotantoalueen valuma-alueesta) hehtaarin suuruinen ympärivuotisesti toimiva pintavalutuskenttä. Kenttä on lähes luonnontilainen yhtä metsäojaa lukuun ottamatta. Tuotantoalueen kuivatusvedet johdetaan pintavalutuskentälle paineputkea pitkin pumppausaltaasta pumppaamalla. Vesi jakautuu kentälle muoviputkessa olevien reikien kautta. Kentän vedet ohjataan mittakaivon kautta alapuoliseen vesistöön.



KUVA 24. Ahvenlamminsuon tuotantoalueen tutkimuskohde PVK 1

3.3.5 Savonneva (Mustanevan lohko)

Savonnevan turvetuotantoalue sijaitsee Alajärven kaupungin sekä Soini, Kyyjärven ja Karstulan kuntien alueella. Tutkimustyöni kohde, tuotantolohko 13 (Mustaneva) sijaitsee Karstulan kunnan alueella. Savonnevan tuotantoalueen kuntoonpano on aloitettu 1975 ja tuotanto vuonna 1978. Savonnevan turvetuotantoalue sai lainvoimaisen ympäristöluvan 2009. Mustanevan lohkon 13 valuma-alueen pinta-ala on noin 100 ha. Vesistöalueuokituksen mukaan tuotantolohko kuuluu Saarijärven reitin (14.6) Mustapuron valuma-alueeseen (14.674). Lohkon kuivatusvedet johdetaan yhden laskuojan (LO 6) kautta Mustapuroon ja päätyen lopulta Vahankajärveen.

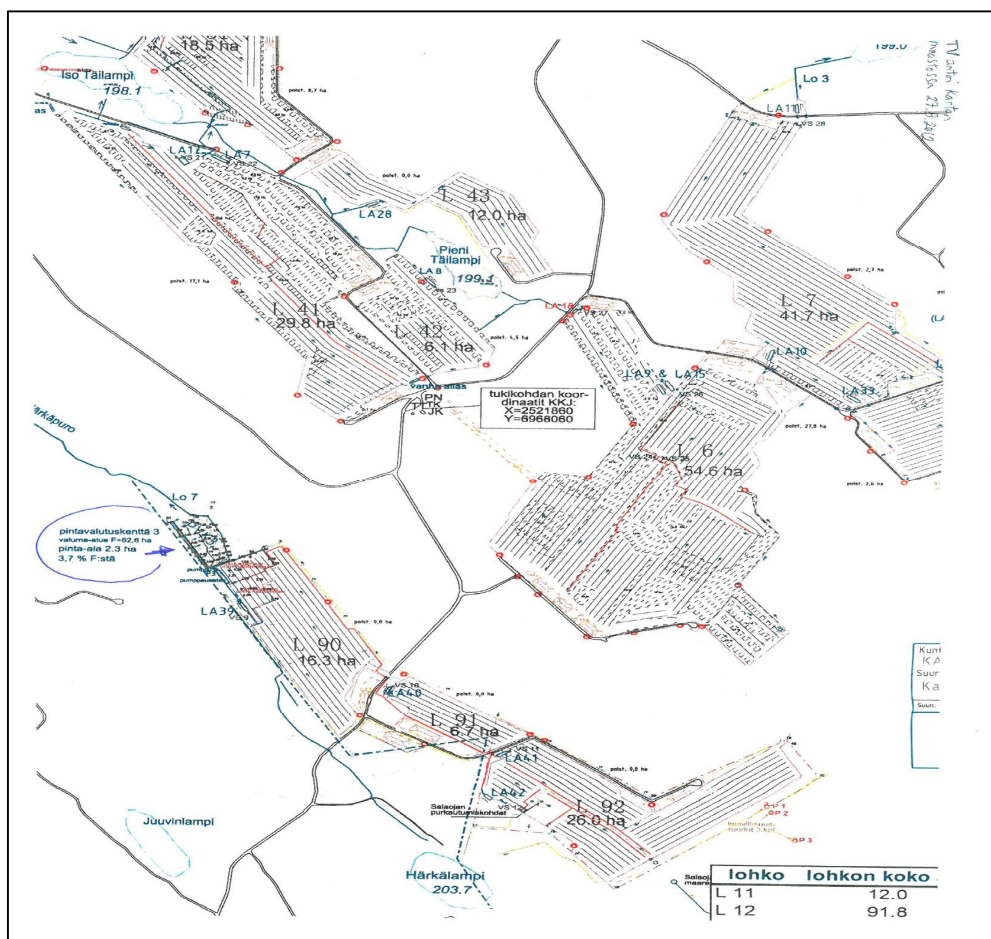


KUVA 25. Savonnevan tuotantoalueen tutkimuskohde lohkon 13 PVK

Savonnevan tuotantolohkon 13 vesienkäsittelymenetelmänä on perustason lisäksi 2,7 hehtaarin (4 % tuotantoalueen valuma-alueesta) suuruinen ympärivuotisesti toimiva pintavalutuskenttä. Tämä kyseinen pintavalutuskenttä on Savonnevan vanhin toiminnassa oleva. Tuotantolohkon vesi jaetaan kentälle jako-ojan avulla. Kentän alapäässä on tarkkailukaivo virtaaman mittausta ja kertanäytteenottoa varten.

3.3.6 Kaijansuo

Kaijansuon turvetuotantoalue sijaitsee Karstulan kunnassa sekä osin Soinin kunnan alueella. Kaijansuon tuotantoalueen kuntoonpano on aloitettu vuonna 1980 ja tuotanto 1986. Kaijansuo sai lainvoimaisen ympäristöluvan 2008. Kaijansuolla oli tuotannossa 433,1 hehtaaria vuoden 2013 lopussa. Lisäksi tuotantokuntoista pinta-alaa oli samaan aikaan 10,4 hehtaaria. Tuotantoalue sijaitsee Saarijärven reitin (14.6) Valkkunan valuma-alueella (14.673) sekä osittain myös Mustapuron valuma-alueella (14.674).



KUVA 26. Kaijansuon tuotantoalueen tutkimuskohde PVK 3

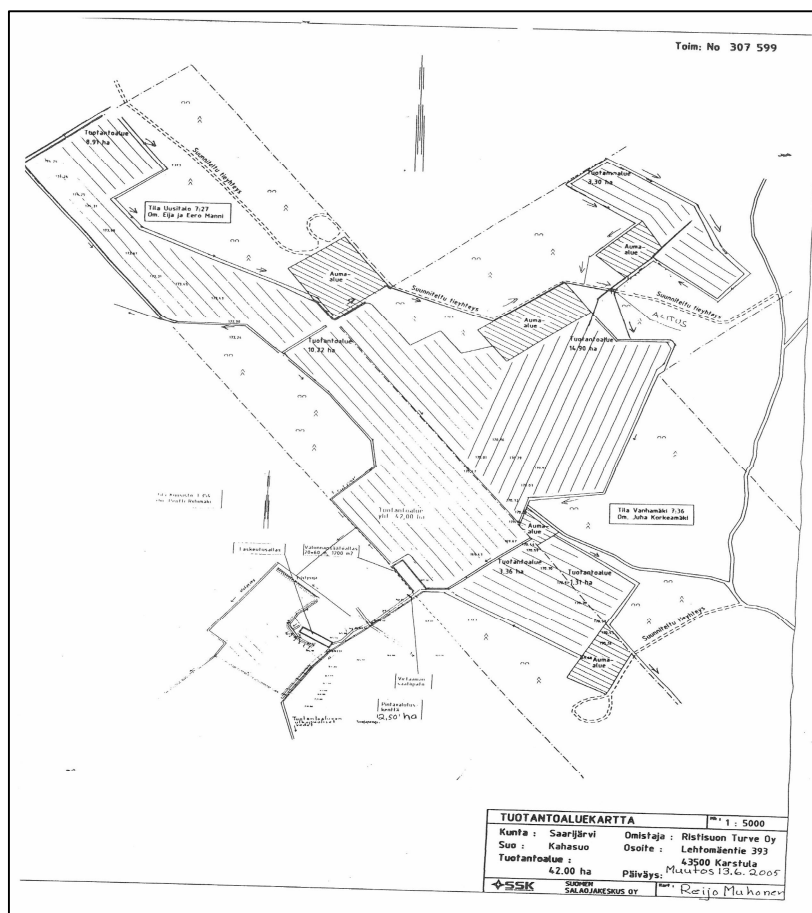
Kaijansuon turvetuotantoalueelta valitsin tutkimuskohteiksi kolme ympärivuotisesti toimivaa pintavalutuskenttää (PVK 1, PVK 2 ja PVK 3). Kentät kaksi ja kolme ovat luonnontilaisia soita ja kenttä kolme on vanhaa metsäojitettua suota. Tuotantoalueen kuivatusvedet johdetaan kaikille kolmelle kentälle pumppausaltaasta pumppaamalla. Ainoastaan kentälle yksi on asennettu mittakaivo virtaaman mittausta ja kertanäytteenottoa varten. Muiden kenttien osalta vastaavat toimenpiteet tehdään keräilyojista. Pintavalutuskenttien kuivatusvedet johdetaan kolmen eri laskuojan (PVK 1/Lo 1, PVK 2/Lo 4 ja PVK 3/Lo 7) kautta alapuolisiin vesistöihin (Vahanka, Iironjärvi).

Pintavalutuskenttien pinta-alat ovat seuraavat:

- PVK 1 6,9 ha/5,4 % tuotantoalueen valuma-alueesta
- PVK 2 4,0 ha/4,2 % tuotantoalueen valuma-alueesta
- PVK 3 2,5 ha/4,0 % tuotantoalueen valuma-alueesta

3.3.7 Kahasu

Kahasuon turvetuotantoalue sijaitsee Saarijärven kaupungin Kalmarin kylässä. Kahasuon turvetuotanto on alkanut 2006 ja kuntoonpano vuotta aiemmin. Lainvoimainen ympäristölupa on myönnetty 2013. Kahasuolla oli tuotannossa 37,8 hehtaaria vuoden 2013 lopussa. Lisäksi tuotannosta oli poistunut noin 5 hehtaaria. Tuotantoalue sijaitsee Saarijärven reitin (14.6) Humalalammen valuma-alueella (14.627). Kahasuon turvetuotantoalueen kuivatusvedet johdetaan yhden laskuojan kautta Veteläpuroon päätyen lopulta Kalmarinselälle.



KUVA 27. Kahasuon tuotantoalue

Kahasuon vesienkäsittelymenetelmänä on perustason lisäksi 2,5 (6,2 % tuotantoalueen valuma-alueesta) hehtaarin ympärivuotinen pintavalutuskenttä. Kenttä on vanhaa metsäojitettua aluetta. Tuotantoalueen kuivatusvedet johdetaan kentälle gravitaation avulla. Kuivatusvedet jaetaan kentälle jako-ojassa olevien jakoputkien (10 metrin välein) avulla. Ennen pintavalutuskenttää on asennettu mittapato, josta mitataan tuotantoalu-

een virtaama. Vesinäytteet (päästötarkkailu/pintavalutuskentän tehon tarkkailu) otetaan pintavalutuskentän alapuolisesta keräilyojasta (V-pato) (kuva 28).



KUVA 28. V-pato Kahasuolla (Liukkonen 2014)

Kahasuon turvetuotantoalueen pintavalutuskentän vuosikeskiarvoinen puhdistusteho tulee olla seuraava (Dnro LSSAVI/50/04.08/2012):

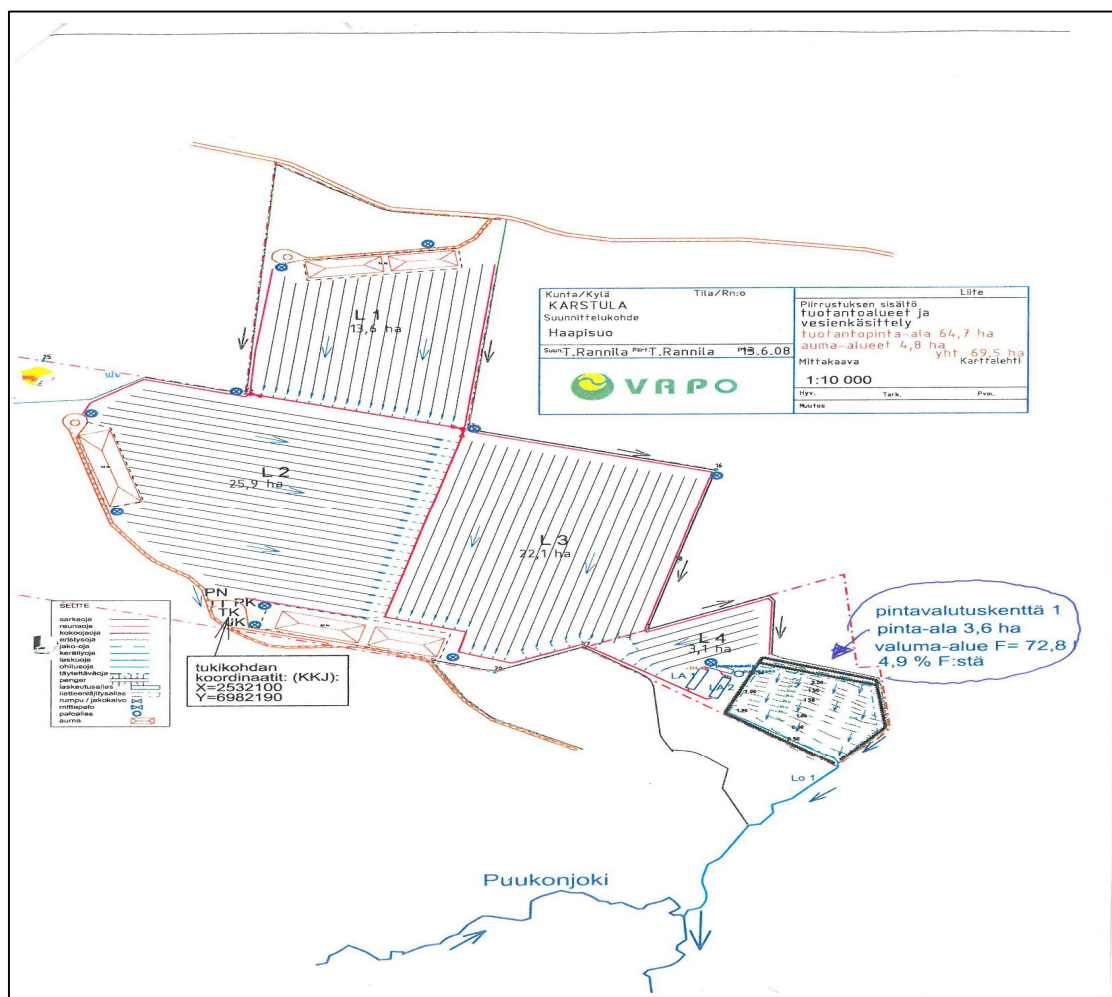
- kiintoaine 50 %
- kokonaisfosfori 50 %
- kokonaistyyppi 20 %

3.3.8 Haapisuo

Haapisuo sijaitsee noin 11 kilometriä Karstulan taajamasta Kimingin ja Vahangan kylissä. Haapisuon turvetuotantoalueelle on myönnetty ympäristölupa 2009, mutta lainvoimaiseksi lupa tuli vuonna 2011. Haapisuolla oli tuotannossa 66 hehtaaria vuoden 2013 lopussa. Tuotantoalue sijaitsee Saarijärven reitin (14.6) Puukonjoen valuma-alueella (14.632). Haapisuon turvetuotantoalueen kuivatusvedet johdetaan yhden laskuojan kautta Puukonjokea pitkin Pääjärveen.

Haapisuon turvetuotantoalueen vesienkäsittelymenetelmänä on perustason lisäksi ympärivuotisesti toimiva 3,6 hehtaarin pintavalutuskenttä (4,9 % tuotantoalueen valuma-alueesta). Kenttä on luonnontilaista rämettä. Tuotantoalueen vedet johdetaan kentälle pumppausaltaasta pumppaamalla. Kuivatusvesien jakaminen kentälle tapahtuu jako-

ojan kautta. Pintavalutuskentän alapäässä on mittakaivo virtaaman mittausta ja kertanäytteenottoa varten.

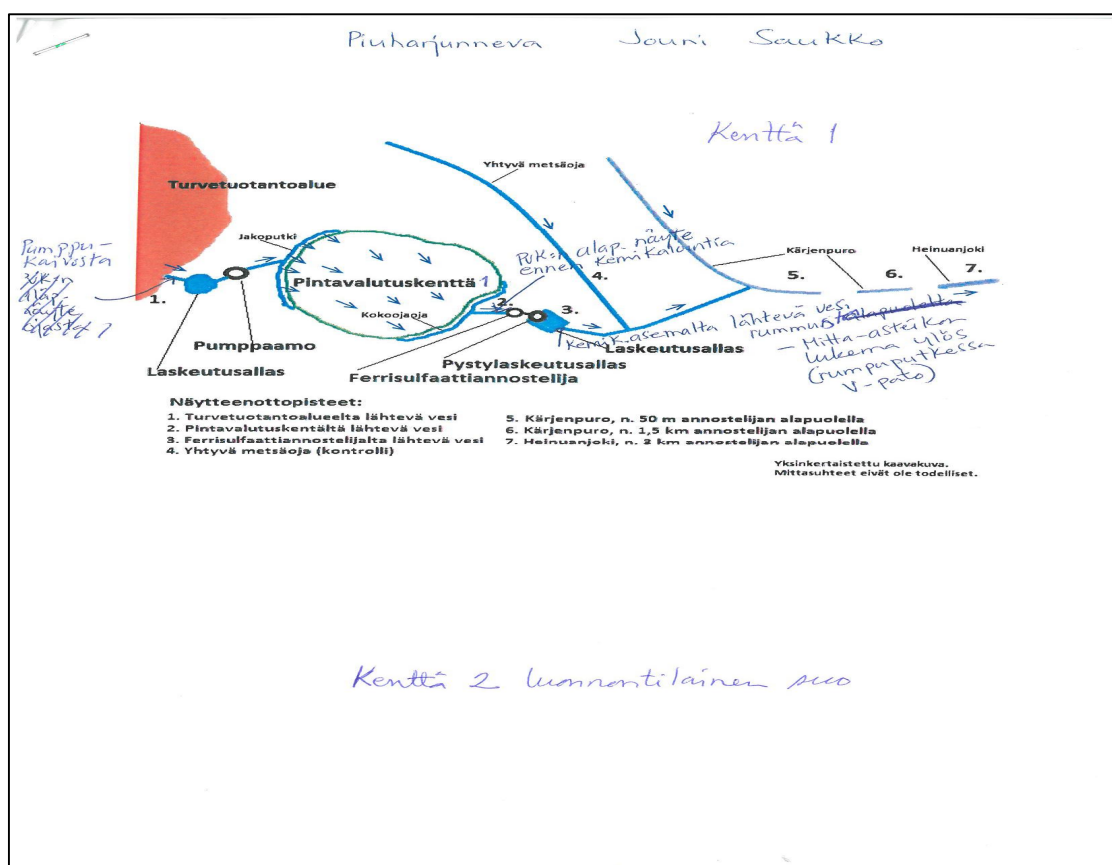


KUVA 29. Haapisuuden tuotantoalue

3.3.9 Piuharjunneva

Piiharjunneva sijaitsee Möksyn kylässä noin 12 kilometriä Kyyjärven taajamasta. Länsi-Suomen ympäristölupavirasto on myöntänyt Piiharjunnevan turvetuotantoalueelle ympäristöluvan 2008. Tuotantoalueen kuntoonpano aloitettiin vuonna 2008 ja tuotanto 2009. Piiharjunnevilla oli tuotannossa 63 hehtaaria vuoden 2013 lopussa. Lisäksi valmisteleमतonta aluetta oli 1 hehtaari (2013). Tuotantoalue sijaitsee Saarijärven reitin (14.6) Nopolanjoen valuma-alueella (14.645). Piiharjunnevan turvetuotantoalueen kuivatusvedet johdetaan kahden laskuojan kautta Kärjenpuroon ja Heinua jokeen vesien päätyessä lopulta Heinuajärveen.

Piuharjunnevan vesienkäsittelymenetelminä ovat perustason lisäksi kaksi ympärivuotisesti toimivaa pintavalutuskenttää. Molemmat kentät ovat pinta-alaltaan 1,5 hehtaaria, mikä on 4,7 hehtaaria tuotantoalueen valuma-alueesta. Lohkon 1 ojitettu pintavalutuskenttä on rämettä ja lohkon 2 kenttä luonnontilaista suota. Molemmille kentille kuivatusvedet johdetaan ympärivuotisesti pumppausaltaasta pumppaamalla. Lohkon 1 pintavalutuskentälle kuivatus jaetaan kahden rei'itetyn jakoputken (noin 200 m) avulla. Kuivatusvedet jakautuvat lohkon 2 kentälle kahden jako-ojan kautta, josta vedet ohjataan kahdella kokoojajolla mittakaivolle ja siitä edelleen pystylaskeutusaltaan (pienkemikalointi) kautta alapuoliseen vesistöön (kuva 30).



KUVA 30. Piuharjunnevan pintavalutuskenttä 1 ja pienkemikalointiasema

3.4 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimustyön tarkoituksena on selvittää pintavalutuskenttien toimivuutta Saarijärven reitillä. Tutkimus sisältää pintavalutuskenttien rakentamisajankohdat, rakenteellista tietoa sekä mahdollisesti tehdyt korjaustoimet. Tutkimustyössä arvioidaan pintavalutuskenttien rakenteellista toimivuutta maastotarkastusten avulla sekä kenttien puhdistustehoa otettujen kerta-äytteiden ja joiltain osin pitkäaikaisten vedenlaatutieto-

jen avulla (Pöyry 2004–2013). Tuotantoalueiden virtaamaa mitattiin 11 pintavalutus-kentän alapuolella sijainneesta mittakaivosta, joten kuormitustietoja ei kaikilta osin ole saatavilla.

Tutkimustyön pääasiallisena tavoitteena on saada lisää tietoa pintavalutuskenttien toimivuudesta vesinäytteistä saatujen vedenlaatutietojen avulla. Kenttien rakenteellista toimivuutta analysoitiin silmämääräisesti kevään ja alkukesän (2014) maastotarkastuksilla. Tutkimustyö sisältää tietyiltä osin myös viranomaisvalvontaa, mikä palvelee työn tilaajaa, Keski-Suomen ELY-keskusta. Lisäksi tutkimus antaa hyödyllistä tietoa turveyrittäjille nykyisten vesiensuojelumenetelmien toimivuudesta.

3.5 Tutkimusmenetelmät

Tutkimustyön kohteilta, pintavalutuskenttien ylä- ja alapuolelta, otettiin Keski-Suomen ELY-keskuksen toimesta 120 kpl vesinäytteitä veden laadun mittaamiseksi (16 näytteenottopäivää). Vesinäytteet otettiin huhti–kesäkuun (2014) välisenä aikana. Näytteet otettiin yleensä työpareittain (4 henkilöä). Näytteenottoon valmistauduttiin laatimalla päivä-, viikko- ja kuukausiohjelmat yhteen sovittaen käytettävissä olevat resurssit (kuljetuskalusto, näytteenottokalusto, kartta-aineisto, riskien kartoitus).

Varsinaiseen näytteenoton kenttätööhön valmistauduttiin seuraavasti:

- huolehdittiin näytepullojen puhtaudesta
- näytepullot dokumentoitiin oikein (tarralaput)
- käytettiin tiiviitä 1000 ml muovipulloja

Näytteen edustavuus varmistettiin seuraavilla toimenpiteillä:

- näytteet otettiin suoraan pulloon
- näytteenotto suoritettiin hitain, varmoin liikkeen, jolla vältettiin veden sekoittuminen
- näytteet otettiin välivedestä, ei liian läheltä pohjaa
- näytepullo upotettiin veteen pullon suuosa edellä ja käännettiin vaakatasoon, jonka jälkeen näytepulloa kuljetettiin horisontaalisesti pois näytteenottajasta

Näytteenotto dokumentoitiin kirjaamalla ylös näytteenottopäivä- ja paikka, näytteenottajat, ilman lämpötila ja näytteenottoaika. Näytepullot kuljetettiin kylmälaukuis-

sa saman päivän aikana Jyväskylän Seppälän kaupunginosassa sijaitsevaan kylmäterminaaliin, josta näytteet lähetettiin analysoitaviksi Metrobol Lab Oy:n laboratorioon Helsinkiin. Tällä varmistettiin näytteiden tasaiset lämpötila- ja valo-olosuhteet sekä vältettiin näytepullojen mahdolliset rikkoutumiset. Analyysitulokset saatiin noin kahden viikon kuluessa.

Vesistö- ja kuormitustarkkailua toteuttaa Keski-Suomen alueen turvetuotantoalueilla (Saarijärven reitti) Nab Labs Oy ympäristölupaehdojen mukaisella tavalla (Läntisen Suomen käyttö-, päästö-, ja vaikutustarkkailuohjelma 2008–2013). Tutkimuslaitoksen sertifioidut näytteenottajat ottivat vesinäytteet kevään ja kesän 2014 aikana tutkimustyöni kohteina olevien pintavalutuskenttien ylä- ja alapuolelta vedenlaadun mittaamista varten. Samalla maastokäynnillä Nab Labs Oy mittasi myös tuotantoalueiden virtaamat joko mittakaivolta tai keräilyojasta. Vesinäytteet otettiin kahden viikon välein, paitsi tulva-aikana poikkeuksellisesti kerran viikossa (suokohtainen päästötarkkailusuunnitelma).

Maastotarkastuksilla käytiin läpi myös vesienkäsittelyrakenteiden kunto ja toimivuus silmämääräisesti arvioiden sekä mitattiin osalta tuotantoalueista virtaama (mittakaivo). Pintavalutuskenttien toimivuutta tarkasteltaessa kiinnitettiin huomiota veden jakautumiseen kentälle, mahdollisiin oikovirtauksiin, kentän pengerten tiiviyyteen, kentän kasvillisuuteen (puut, pensaat, heinäkasvit) ja kentän muuhun yleiskuvaan. Maastokäynnillä tehdyt huomiot kirjattiin ylös ja mahdollisista puutteista vesienkäsittelyrakenteiden toimimattomuudesta ilmoitettiin toiminnanharjoittajille korjaustoimenpiteitä varten.

3.6 Tutkimusanalyysit

Tutkimuskohteiden puhdistustehokkuutta laskettiin määrittämällä kaikille pintavalutuskentille (15 kpl) pitoisuusreduktiot seuraavan kaavan avulla:

$$R_c = (C_{in} - C_{out}) * 100 / C_{in}$$

R_c = puhdistustehokkuus, %

C_{in} = kentälle tulevan veden pitoisuuden keskiarvo huhti–kesäkuun 2014 aikana

C_{out} = kentältä lähtevän veden pitoisuuden keskiarvo huhti–kesäkuun 2014 aikana

(Tuukkanen ym.2011, 8)

Ympäristöluvuissa on määrätty usein tavoitereduktiot kiintoaineelle (50 %), fosforille (50 %) ja typelle (20 %). Pintavalutuskenttien pitoisuusreduktiot luokiteltiin tutkimuksessa mukana olleille parametreille käyttäen edellä mainittuja ympäristölupien tavoitearvoja. Kenttien puhdistustehoa voidaan määritellä myös käyttämällä mm. taulukon kaksi mukaista luokittelua (Savolainen ym.1996a).

TAULUKKO 2. Pitoisuusreduktioiden luokittelu (Savolainen ym.1996a)

	Erittäin huono	Huono	Matala	Keskimääräinen	Hyvä	Erinomainen
Kiintoaine	≤ 0	$1 \leq 27$	$28 \leq 54$	$55 \leq 72$	$73 \leq 89$	$90 \leq 100$
Kok. P	≤ 0	$1 \leq 22$	$23 \leq 45$	$46 \leq 57$	$58 \leq 89$	$90 \leq 100$
Kok. N	≤ 0	$1 \leq 14$	$15 \leq 28$	$29 \leq 49$	$50 \leq 89$	$90 \leq 100$
COD _{Mn}	≤ 0		$1 \leq 3$	$4 \leq 21$	$22 \leq 49$	$50 \leq 100$

Lisäksi aineistoa tarkasteltiin lineaarisen regressioanalyysin avulla (Pearmanin korrelaatiokerroin). Menetelmällä pyrittiin kuvaamaan sitä, onko pintavalutuskentän ominaisuudella (pinta-ala) sekä näytteenottoajankohdalla (päivämäärä) riippuvuutta pintavalutuskentältä lähtevän veden laatuun (pitoisuus). Analyysillä pyrittiin tarkastelemaan, onko näiden kahden muuttujan välillä lineaarista tilastollista riippuvuutta (korrelaatio). Veden laadun havainnointi esitettiin aikasarjadiagrammina.

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Pitoisuusreduktiot tuotantoalueittain

Pintavalutuskenttien pitoisuusreduktiot vaihtelivat huonosta hyvään kaikkien mitattujen parametrien osalta (taulukko 3). Luonnontilaisten kenttien reduktiot olivat pääasiassa hyviä, poikkeuksena yksi suo, jonka reduktiot olivat kiintoaineen, ravinteiden sekä humuksen osalta huonoja. Suurin osa tutkimuskohteista (10/15) oli metsäojitettuja soita. Kenttien puhdistustehokkuus oli fosforin ja typen osalta yli puolella melko huonoa. Huomionarvoista oli, että kuudella kentällä kiintoaineen reduktio jäi alle 50 %:iin. Pintavalutuskentät ovat pidättäneet huonosti humusta (COD_{MN}), pääasiassa on tapahtunut huuhtoutumista. Virtaamalla ei ole ollut kovinkaan suurta merkitystä pintavalutuskenttien puhdistustehoon. Merkilläpantavaa on, että aivan pienilläkin virtaamilla puhdistustulokset jäivät osalla tutkimuskohteista jopa erittäin huonoiksi.

TAULUKKO 3. Tuotantoaluekohtaiset keskiarvot pintavalutuskenttien reduktioille

Suon nimi	Kentän/Kenttien reduktio %:in keskiarvo			
	Kiintoaine	Kok. P	Kok. N	COD _{MN}
Piuharjunneva	35,8	28,9	22,9	17,5
Pirtti - Peurusuo	37,2	-149,6	-19,5	-44,7
Kajiansuo	65,6	27,5	41,8	-8,4
Savonneva	80,9	48	39,9	-88,4
Haapisuo	26,5	-4,1	-3,5	-32,5
Kahasuo	43,2	8,8	19,6	-19
Ahvenlamminsuu	79	78,1	41,2	-9,5
Pajumäensuo	59,9	15,9	22,3	-36,5
Peuralinnanneva	91,3	59	23,4	-16,2

4.2 Pintavalutuskenttien reduktiot

4.2.1 Piuharjunnevan tuotantoalue

Tutkimuksen ensimmäisellä käynnillä Piuharjunnevalle (9.4.2014) näytteenottopaikat olivat vielä jäässä. Virtaamat olivat hyvin pieniä ja kenttien yläpuolella oleva vesi oli seisovaa. Myöhemmin toukokuussa tilanne oli hyvin samankaltainen, virtaamat olivat pieniä. Toukokuun lopussa vettä oli liikkeellä paljon ja siitä oli aiheutunut myös tuhoa kentän 2 alapuoliselle mittapadolle (vuoti). Tästä havainnosta tehtiin ilmoitus toiminnanharjoittajalle, joka korjasi padon noin viikon kuluessa. Samalla maastokäynnillä havaittiin kentän 1 osalta ”salapuroja”, joista vesi pääsi karkaamaan pois ennen kentän alapuolella sijaitsevaa mittakaivoa. Kesäkuun puolivälissä (12.6.2014) virtaamat olivat jälleen hyvin pieniä.

TAULUKKO 4. Piuharjunnevan pintavalutuskenttien reduktiot

Suon nimi	PVK	Virtaama, l/s ka.	Kiintoaine	Kok. P	Kok. N	COD _{MN}
Piuharjunneva		3,1				
Reduktio %	1		12,3	-9,0	-4,6	-2,8
Reduktio %	2 (ojittamaton)		59,2	66,8	50,5	37,8
Kenttien reduktio %:in ka.			35,8	28,9	22,9	17,5

Piiharjunnevan pintavalutuskenttien reduktion keskiarvo kiintoaineen osalta oli noin 36 %, mikä on alle turvetuotannon ympäristönsuojeluohjeistossa ilmoitettujen tulosten (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 42). Kokonaistypen osalta reduktion keskiarvo 22,9 % oli myös alle keskimääräisten puhdistustulosten (taulukko 4). Kokonaisfosforin 28,9 % keskiarvo jää huomattavasti alle keskimääräisen puhdistustehon (55–60 %). Tuloksista poiketen pintavalutuskentät pidättivät hiukan humusta (17,5 %).

4.2.2 Pirtti-Peurusuon tuotantoalue

Pirtti-Peurusuon tuotantoalueen virtaamat olivat 15.4.–7.5.2014 välisenä aikana melko suuria, keskivirtaaman ollessa 21,3 l/s/km². Toukokuun lopussa virtaamat tasoittuivat ollen likimäärin turvetuotantoalueiden keskivalumassa. Maastokäynneillä ei havaittu mitään poikkeavaa vesienkäsittelyrakenteiden toimivuudessa.

Pirtti-Peurusuon pintavalutuskenttien reduktion keskiarvo (taulukko 5) sijoittui kiintoaineen (60,9 %) osalta ympäristönsuojeluohjeistossa ilmoitettujen arvojen yläpäähän (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 42). Kokonaisfosforin (20,1 %) ja kokonaistypen (14,0) puhdistustehot jäävät huomattavasti ympäristönsuojeluohjeistuksessa (2013) ilmoitetuista keskiarvoista. Kenttien kyky pidättää humusta (9,2 %) on ympäristönsuojeluohjeistuksen keskiarvojen (4–20 %) mukaista.

TAULUKKO 5. Pirtti-Peurusuon pintavalutuskenttien reduktiot

Suon nimi	PVK	Virtaama, l/s ka.	Kiinto- aine	Kok. P	Kok. N	COD _{MN}
Pirtti-Peurusuo		21,3				
Reduktio %	1		45,4	-28,9	4,9	-20,9
Reduktio %	2		29,0	-270,3	-43,9	-68,6
Kenttien reduktio %:in ka.			37,2	-149,6	-19,5	-44,7

4.2.3 Kaijansuon tuotantoalue

Kaijansuon tuotantoalueen virtaamat olivat melko korkeita huhtikuun puolivälissä (16.4.2014) ja toukokuun alussa (8.5.2014). Keskivirtaama oli tällöin 21 l/s/km². Kahdenä muuna näytteenottokertana (6.5./8.6.2014) oltiin vastaavasti turvetuotantoaluei-

den keskivalunnan alapuolella. Maastokäynneillä ei havaittu ongelmia vesienkäsittelyrakenteiden toimivuudessa.

Kaijansuon pintavalutuskenttien reduktioiden keskiarvo kiintoaineen osalta oli noin 66 %, mikä on yli ympäristönsuojeluohjeistossa ilmoitettujen tulosten alarajan (55–70 %). Runsaista virtaamista huolimatta kentät pidättivät hyvin typpeä (n. 42 %), mutta kokonaisfosforin osalta hiukan huonommin (27,5 %). Tulokset osoittavat, että Kaijansuon pintavalutuskentät toimivat melko hyvin (taulukko 6).

TAULUKKO 6. Kaijansuon pintavalutuskenttien reduktiot

Suon nimi	PVK	Virtaama, l/s ka.	Kiinto- aine	Kok. P	Kok. N	COD _{MN}
Kaijansuo		14,8				
Reduktio %	1		85,1	60,4	50,0	-15,4
Reduktio %	2(ojittamaton)		56,6	23,7	7,8	-0,3
Reduktio %	3(ojittamaton)		55,1	-1,7	67,5	-9,5
Kenttien reduktio %:in ka.			65,6	27,5	41,8	-8,4

4.2.4 Savonnevan tuotantoalue

Savonnevan tuotantoalueella ei ollut ensimmäisellä näytteenotokerralla virtausta mitapadolta alapuoliseen vesistöön. Vesipinta oli pintavalutuskentän alapuolisella kolmiopadolla noin 12 cm alle padon kärjen. Lisäksi osa kentän yläpuolisesta jako-ojasta oli vielä jäässä, mutta näytteenotto saatiin tehtyä. Koko tutkimuksen ajan Savonnevan virtaamat olivat melko pieniä, keskivirtaaman jäädessä 5,4 l/s/km². Maastokäynnin (22.5.2014) yhteydessä havaittiin kentän yläpuolisen pumppausaltaan reunojen sortuma.

Savonnevan pintavalutuskentän reduktioiden keskiarvo kiintoaineen osalta oli 80,9 %, mikä osoittaa pintavalutuskentän toimineen tehokkaasti (taulukko 7). Ravinteiden pidätyminen oli myös tehokasta, jolloin voidaan todeta alueen fysikaalis-kemiallisten reaktioiden toimineen hyvin. Lähtevän veden COD_{MN} -pitoisuudet olivat joka näytteenotokerralla huomattavasti korkeammat kuin tulevan veden. Tämä ilmiö toistuu melkein jokaisen tutkimuskohteena olleen tuotantoalueen kohdalla ja täydentää aiemmista tutkimuksista saatuja samankaltaisia tuloksia (SulKa-hanke).

TAULUKKO 7. Savonnevan pintavalutuskentän reduktiot

Suon nimi	PVK	Virtaama, l/s ka.	Kiinto- aine	Kok. P	Kok. N	COD _{MN}
Savonneva	1	5,4				
Reduktio %			80,9	48,0	39,9	-88,4

4.2.5 Haapisuon tuotantoalue

Haapisuon tuotantoalueen virtaamat olivat hyvin pieniä koko tutkimuksen ajan (keskivirtaama 7,4 l/s/km²), lukuun ottamatta huhtikuun puolen välin virtaamaa (17,4 l/s/km²). Haapisuolla ei havaittu maastokäyntien yhteydessä mitään poikkeavaa vesienkäsittelyrakenteiden toimivuudessa.

Haapisuon pintavalutuskentän reduktioiden keskiarvo kiintoaineen osalta oli poikkeuksellisen alhainen, ainoastaan 26,5 % (taulukko 8). Pintavalutuskentän huonoa toimivuutta korosti ravinteiden huuhtoutuminen eli kenttä pidätti niitä erittäin huonosti, jos lainkaan. Lisäksi COD_{MN} – pitoisuudet kasvoivat lähtevässä vedessä.

TAULUKKO 8. Haapisuon pintavalutuskentän reduktiot

Suon nimi	PVK	Virtaama, l/s ka.	Kiinto- aine	Kok. P	Kok. N	COD _{MN}
Haapisuo	1(ojittamaton)	7,4				
Reduktio %			26,5	-4,1	-3,5	-32,5

4.2.6 Kahasuon tuotantoalue

Kahasuon tuotantoalueen virtaamat (keskivirtaama 10 l/s/km²) olivat lähellä keskimääräistä turvetuotantoalueiden keskivaluntaa. Virtaamat pienenevät kesäkuun alkua kohden ollen vain noin 7 l/s/km². Ensimmäisellä näytteenotokerralla havaittiin roudan rikkoneen pintavalutuskentän alapuolella sijaitsevan keräilyjojan v-padon. Havainnosta ilmoitettiin toiminnanharjoittajalle ja pato saatiin yrittäjän toimesta korjattua seuraavaan näytteenotokertaan (22.5.2014). Kesäkuun alussa sama v-pato vuoti jälleen, jolloin virtaamaa ei saatu mitattua. Muita rakenteellisia puutteita ei tutkimuksen aikana havaittu.

Kahasuon pintavalutuskentän reduktioiden keskiarvot olivat kiintoaineen (43,2 %), kokonaisfosforin (8,8 %) sekä kokonaistypen (19,6 %) osalta alle ympäristönsuojeluohjeistuksessa ilmoitettujen arvojen (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2013 s, 42). Lisäksi kenttä ei pidättänyt humusta yhdelläkään näytteenotokerralla. Tutkimustulokset osoittavat, että Kahasuon pintavalutuskenttä on toiminut huonosti huhti–kesäkuun (2014) välisenä aikana (taulukko 9).

TAULUKKO 9. Kahasuon pintavalutuskentän reduktiot

Suon nimi	PVK	Virtaama, l/s ka.	Kiinto- aine	Kok. P	Kok. N	COD _{MN}
Kahasuo	1	10,0				
Reduktio %			43,2	8,8	19,6	-19,0

4.2.7 Ahvenlamminsuon tuotantoalue

Ahvenlamminsuon tuotantoalueen virtaamat olivat koko tutkimuksen ajan pieniä, keskivirtaaman jäädessä 7 l/s/km². Ahvenlamminsuon pintavalutuskenttä on luonnontilainen suoalue. Toukokuun 22. 2014 maastokäynnillä havaittiin pumpun käynnistyessä, että pintavalutuskentälle johtava muovinen paineputki vuoti vettä sarkaojiin sekä kentän laskuojaan. Kentän laskuojan kautta pääsi puhdistamatonta vettä alapuoliseen vesistöön. Kesäkuun 11. 2014 edellä mainittu paineputki oli korjattu puutapein.

TAULUKKO 10. Ahvenlamminsuon pintavalutuskentän reduktiot

Suon nimi	PVK	Virtaama, l/s	Kiinto- aine	Kok. P	Kok. N	COD _{MN}
Ahvenlamminsuo	1(ojittamaton)	7,0				
Reduktio %			79,0	78,1	41,2	-9,5

Ahvenlamminsuon pintavalutuskentän reduktioiden keskiarvo oli kaikkien mitattujen parametrien osalta (ei sisällä COD_{MN}) ympäristönsuojeluohjeistuksessa ilmoitettujen arvojen sisällä (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 42). Tämä osoitti pintavalutuskentän toimivan hyvin. Pintavalutuskenttä huuhtoi jonkin verran humusta (taulukko 10).

4.2.8 Pajumäensuon tuotantoalue

Pajumäen tuotantoalueen virtaamat olivat koko tutkimuksen ajan hyvin alhaisia, keskivirtaaman ollessa 4,8 l/s/km². Ainoa ”virtaamapiikki” sattui toukokuun 26. 2014 pintavalutuskentän kolme alapuoliseen mittakaivoon. Tällöin virtaamaksi mitattiin 23 l/s/km². Samana päivänä havaittiin kentän kolme pumppausaltaan penkköjen lievä sortuma.

Pajumäensuon pintavalutuskenttien reduktioiden keskiarvo kiintoaineen osalta oli noin 60 %, mikä osoittaa pintavalutuskentän toimivan (taulukko 11). Kokonaistyyppä kenttä pidättää myös melko hyvin, etenkin kun tarkastellaan mittauskohtaisia tuloksia. Kenttä pidätti huonosti kokonaisfosforia (15,9 %). Pintavalutuskenttä huuhtoi humusta melko paljon (n. 37 %).

TAULUKKO 11. Pajumäensuon pintavalutuskenttien reduktiot

Suon nimi	PVK	Virtaama, l/s ka.	Kiinto- aine	Kok. P	Kok. N	COD _{MN}
Pajumäensuo		4,8				
Reduktio %	1		72,0	25,6	15,2	- 64,9
Reduktio %	2		27,1	23,0	16,8	-15,0
Reduktio %	3		80,7	-1,0	34,8	-29,7
Kenttien reduktio %:in ka.			59,9	15,9	22,3	-36,5

4.2.9 Peuralinnanannevan tuotantoalue

Peuralinnanannevan tuotantoalueen virtaamat olivat tutkimusajankohtaan nähden harvinaisen alhaisia. Neljän näytteenottokerran keskivirtaama oli 1,8 l/s/km². Huhtikuun alun (9.4.2014) näytteenottokerralla ei virtaamaa havaittu lainkaan. Vesinäyte otettiin seisovasta vedestä. Pintavalutuskentän pumppausallas oli osittain vielä jääpeitteinen. Kahdella maastokäynnillä (20.5./12.6.2014) havaittiin pintavalutuskentän laskuojassa sortumia.

Peuralinnanannevan pintavalutuskentän reduktioiden keskiarvo oli kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden parametrien osalta hyvä, lukuun ottamatta COD_{MN}. Kenttä pidätti kiintoainetta jopa erinomaisesti (91,3 %). Tutkimustulosten perusteella pintavalutuskenttä toimii hyvin (taulukko 12). Kenttä ei pidättänyt humusta keskiarvon perus-

teella, mutta yksittäiset mittauskohtaiset reduktiot osoittavat COD_{MN} pysyvän normaaleissa arvoissa.

TAULUKKO 12. Peuranlinnannevan pintavalutuskentän reduktiot

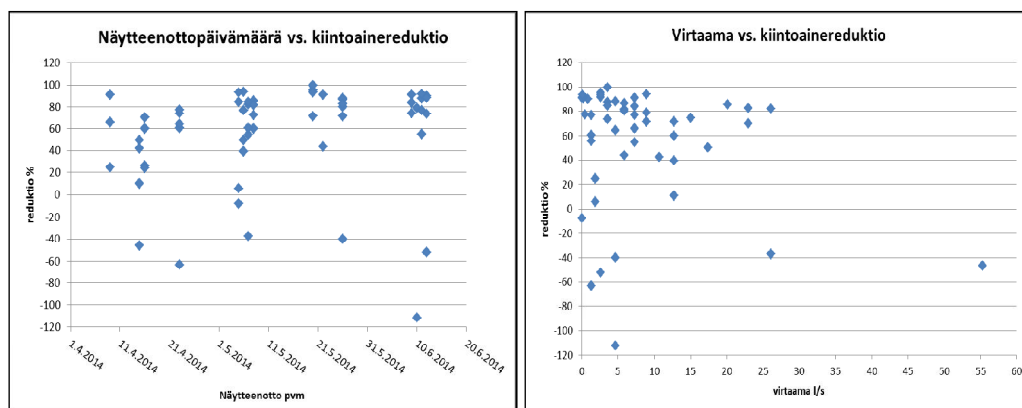
Suon nimi	PVK	Virtaama, l/s	Kiintoaine	Kok. P	Kok. N	COD_{MN}
Peuranlinnanneva		1,8				
Reduktio %	1		91,3	59,0	23,4	-16,2

4.3 Tulosten tarkastelu

4.3.1 Pintavalutuskenttien toimivuus

Pintavalutuskenttien puhdistustehoa (toimivuutta) voidaan tarkastella tilastollisin menetelmin. Tutkimuksessani keskityn kahteen eri analyysiin; pitoisuusreduktion laskeamiseen (tuotantoaluekohtainen/kenttäkohtainen) sekä lineaarisen regressioanalyysin (Pearmanin korrelaatio, kuva 31) hyödyntämiseen pintavalutuskenttien puhdistustehoa määritettäessä. Korrelaatioanalyysissä pyrin tarkastelemaan pintavalutuskentän koon, virtaaman sekä näytteenottopäivämäärän vaikutuksia pintavalutuskenttien reduktioon (liite 4). Lisäksi tarkastelin tuotantoalueilta lähtevän veden laatua vertailemalla omia tuloksia (liite 6) konsultin saamiin tuloksiin samalla ajanjaksolla.

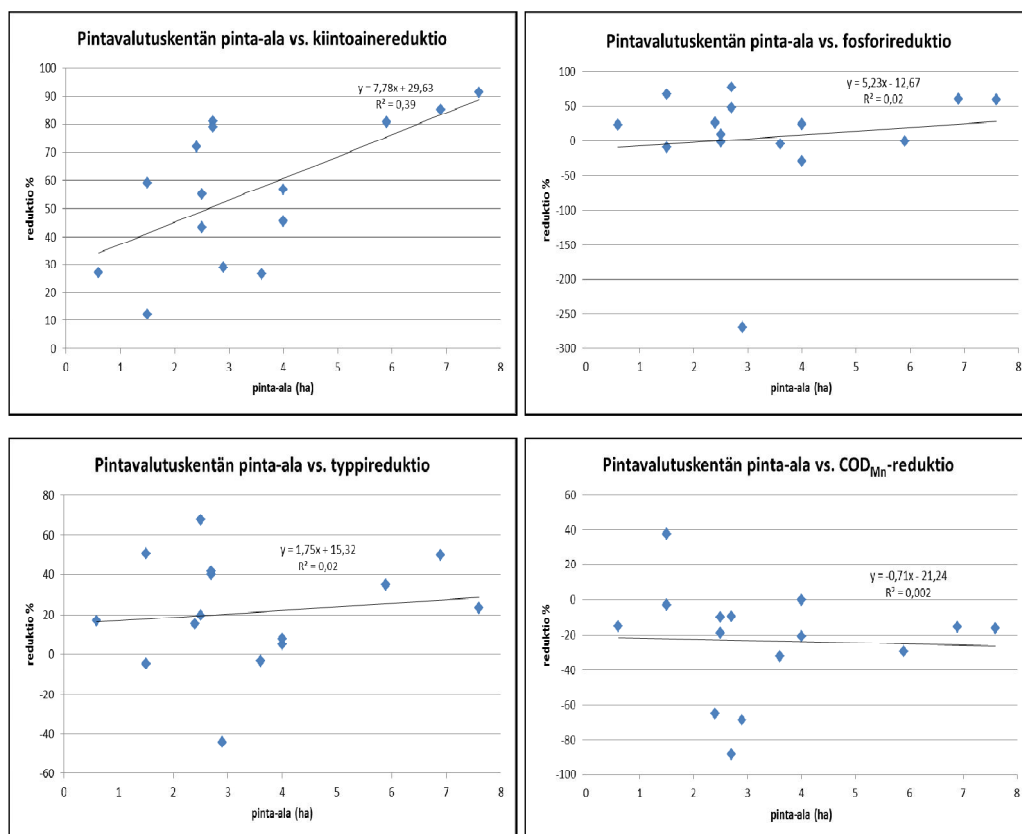
KUVA 31. Pearmanin korrelaatiotarkastelua näytteenottopäivämäärän ja kiintoaineen avulla (Liukkonen 2014)



Tulosten perusteella niin näytteenottopäivämäärällä kuin virtaamalla ei ollut riippuvuutta pintavalutuskenttien reduktioon. Huomionarvoista tuloksissa on, että suurilla virtaamilla ei ollut suoranaista riippuvuutta kenttien puhdistustehoon. Osaltaan tämän

selittää lyhyt näytteenottoaikaväli. Tulokset olisivat voineet olla toisenlaisia, jos näytteenottoa olisi ollut niin sulan maan aikaan kuin talvella. Lisäksi tutkimukseen ei sisälly rankkasade tai muuta ylivirtaamatilanteen (tulva) näytteenottoa.

KUVA 32. Pearmanin korrelaatiotarkastelua pinta-alan avulla (Liukkonen 2014)



Tulokset osoittivat, että pintavalutuskentän pinta-alalla on riippuvuutta kentän reduktion kanssa (kuva 32). Tuloksista ilmeni, että mitä suurempi kenttä, sitä suurempi riippuvuus. Kiintoaineen osalta riippuvuus ilmeni parhaiten. Kiintoaineella oli reduktion ja pinta-alan välinen korrelaatio $r^2 = 0,39$. Tutkimus osoitti, että kiintoaineen osalta riippuvuudesta 39 % selittyy pinta-alalla.

Tulosten perusteella tutkimuskohteista erottui hyvin ja erittäin huonosti toimivia pintavalutuskenttiä. Pintavalutuskentän toimivuudelle/toimimattomuudelle ei ole mitään yhtä yleispätevää syytä. Jokaisella kentällä on omat yksilölliset ominaisuudet (turpeen maatuneisuus, pinta-ala, veden jakoratkaisut, kaltevuus, ikä), jotka vaikuttavat sen toimivuuteen tapauskohtaisesti (taulukko 13).

Merkittävin tekijä tulosten analysoinnissa on, että tutkimusaineisto sisältää tuloksia ainoastaan keväältä 2014. Talviaikainen vesienkäsittely pintavalutuskentällä ei kui-

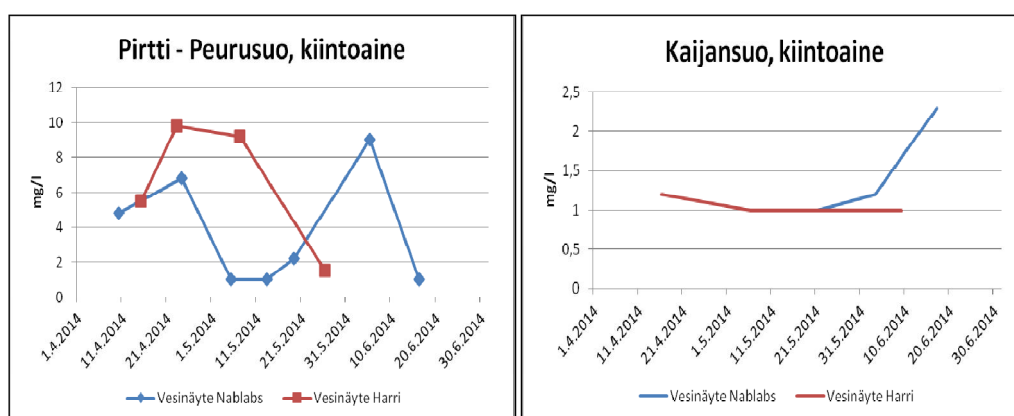
tenkaan heikennä sulan maan ajan puhdistustuloksia, joten tutkimusaineistoni pienen otoksen tulokset eivät merkittävästi poikkea koko vuoden keskiarvoista (SulKahanke). Tutkimusaineiston tulosten luotettavuutta heikentää se, että käytettävän aineiston tulisi kattaa mahdollisimman monta pintavalutuskenttää pitkällä aikajänteellä. Tutkimuksessa vertailtiin saatuja tuloksia pintavalutuskenttien keskimääräisistä (keskiarvo) reduktioista konsultin (Nab Labs Oy) saamiin tuloksiin vain kevään 2014 ajalta (huhti–kesäkuu).

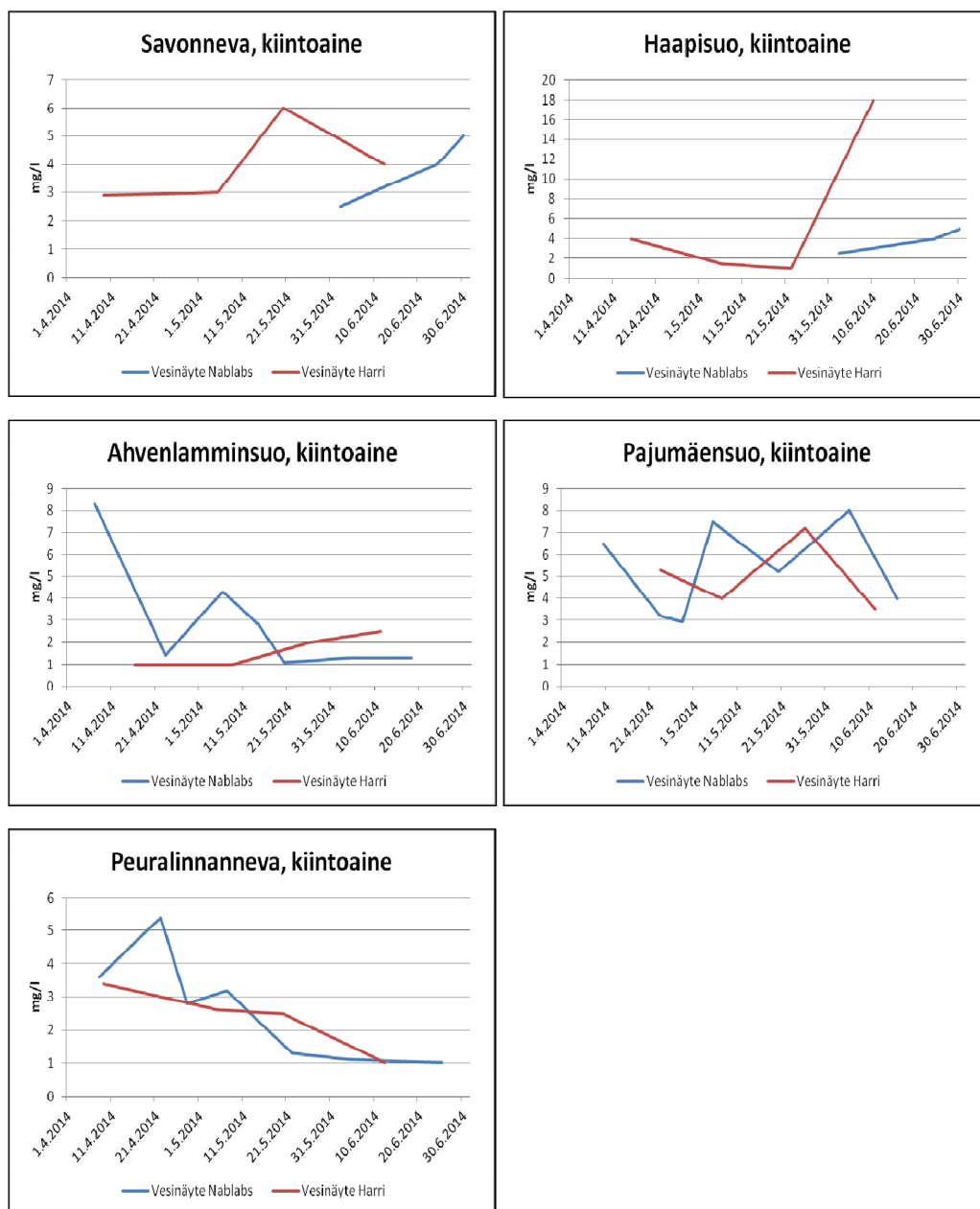
TAULUKKO 13. Kahasuon pintavalutuskentän ominaisuuksia

Suon nimi	PVK:n pinta-ala	Valuma-alue	Ojitettu/Ojittamaton	Kaltevuus %	Turvepak-suus
Kahasuo	2,5 ha	42 ha	Ojittamaton	6	10 - 20 cm

Tuloksia tarkasteltiin kiintoaineen, kokonaisfosforin, kokonaistypen ja humuksen osalta. Kahasuon näytteenottotuloksia ei tutkimuksessa ole, mutta pintavalutuskentän toimivuus on ollut huonoa vuosina 2007 ja 2009 sekä fosforin osalta 2011 (2013, 9). Lisäksi Piuharjunnevilla on oma tarkkailuohjelma, josta on näytteenottotietoja vuosilta 2008–2010. (liite 2/3.) Haapisuon tarkkailutulokset ovat vuosilta 2012–2013 (liite 3).

Tulosten vertailua lähtevän veden kiintoaineen osalta:

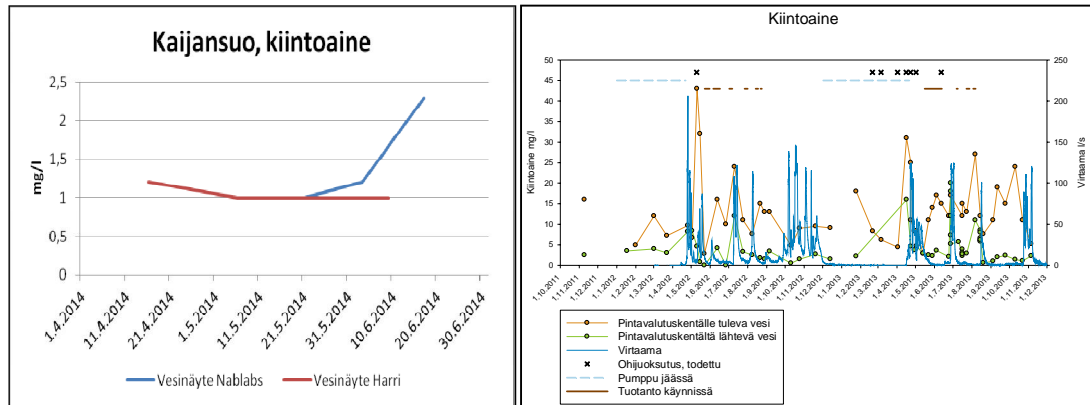




Tutkimus osoitti pintavalutuskentiltä lähtevän veden kiintoaineen pitoisuuksien osalta kahden eri näytteenottajan (oma tutkimus / Nab Labs) tuottavan melko samankaltaisia tuloksia. Näytteenottopäivät eivät olleet samoja, mikä selittää osaltaan tulosten vaihtelua ja vaikeuttaa vertailua. Luonnontilaisten pintavalutuskenttien (Haapisuo, Piuharjunneva PVK 2, Ahvenlamminsuo, Kaijansuo PVK 2/3) kiintoaineen pidäytyminen oli hyvää, mikä osoittaa kenttien toimivan. Pirtti-Peurusuo pintavalutuskenttien reduktioprosentiksi on määrätty tuotantoalueen ympäristöluvassa kiintoaineen osalta 50. Tutkimus osoitti, että molemmat kentät eivät toimineet ympäristöluvan edellyttämällä tavalla. Lisäksi Kahasuon ja Pajumäensuon (PVK 1) ympäristöluvuissa on vaatimus kiintoaineen puhdistusteholle (50 %). Tutkimuksen mukaan Kahasuon pintavalutuskenttä ei toimi ympäristöluvan edellyttämällä tavalla, reduktioprosentin jäädessä

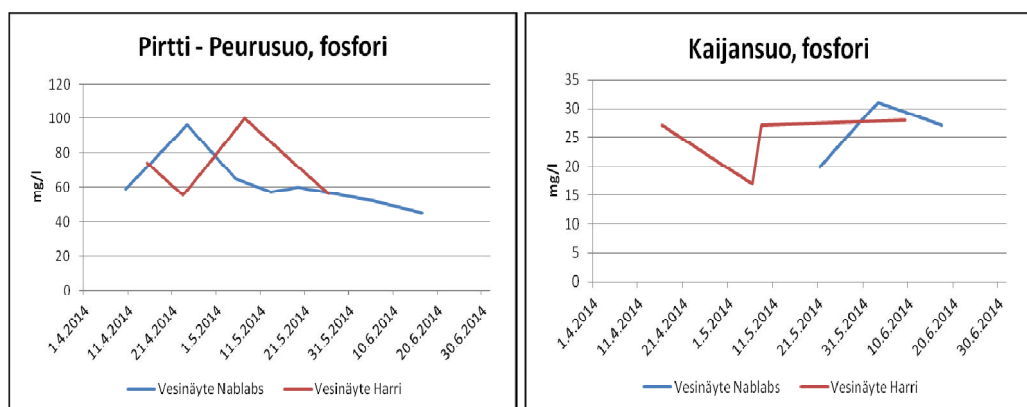
43,2:een. Tutkimuksen mukaan suurin osa kentistä (9/15) pidatti kiintoainetta melko hyvin (yli 50 % reduktio). Piuharjunnevan pintavalutuskenttä 1 toimi poikkeuksellisen huonosti reduktioprosentin keskiarvon ollessa 12,3.

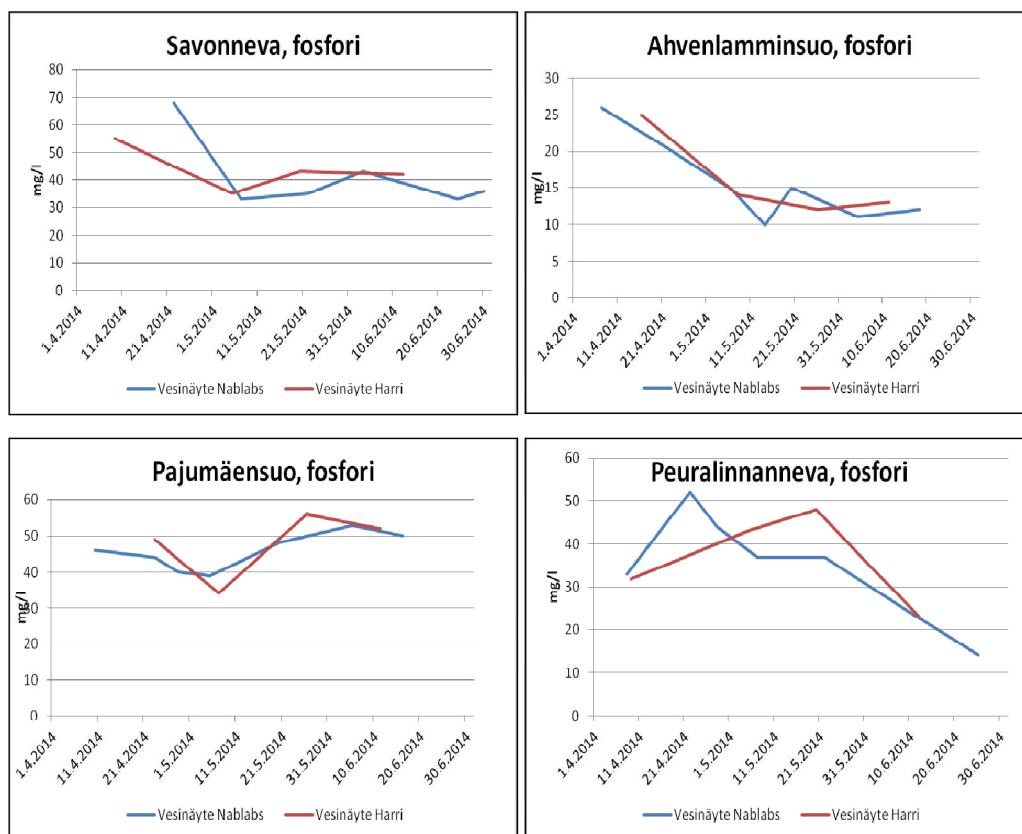
KUVA 33. Kaijansuolta lähtevän veden laadun vertailua (kiintoaine) opinnäytetutkimuksen ja TASO-hankkeen tulosten välillä (Liukkonen 2014)



Tutkimuksen mukaan suurin osa kentistä (9/15) pidatti kiintoainetta melko hyvin (yli 50 % reduktio). Piuharjunnevan pintavalutuskenttä 1 toimi poikkeuksellisen huonosti reduktioprosentin keskiarvon ollessa 12,3. Kuvan 33 tulosten perusteella Kaijansuon pintavalutuskentän (PVK 1) puhdistusteho oli hyvä myös tarkasteltaessa lähtevän veden laatua. Tutkimuksen tuloksia on verrattu TASO-hankkeen (2011–2013) Kaijansuon pintavalutuskesäältä saatuihin tuloksiin.

Tulosten vertailua lähtevän veden kokonaisfosforin osalta:

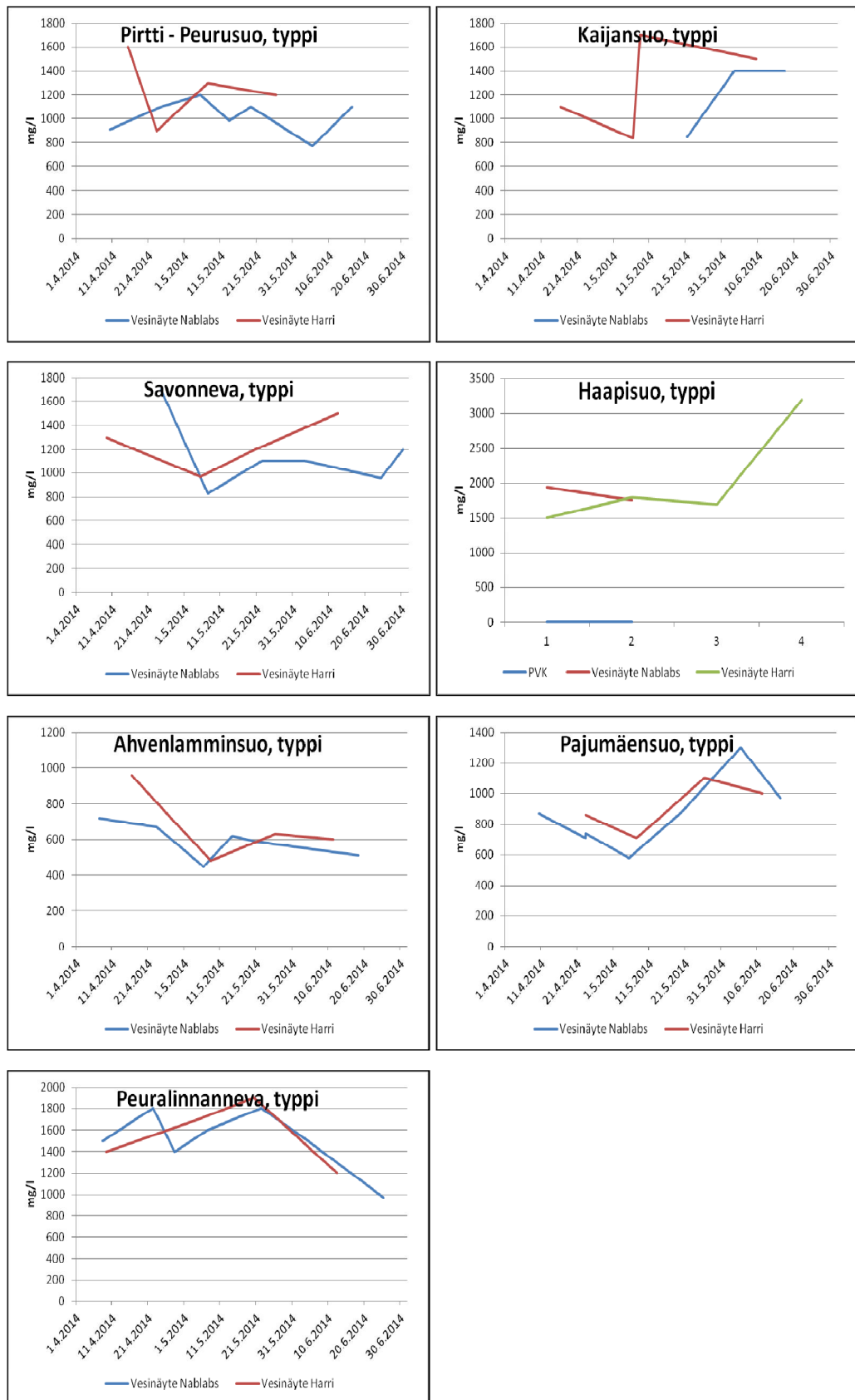




Tutkimus osoitti Nab Labs Oy:n ja ELY-keskuksen näytteenottotulosten olevan melko samansuuntaisia myös pintavalutuskentiltä lähtevän veden fosforin pitoisuuksissa. Näytteenottoajankohtien eriaikaisuus selittää osaltaan tutkimuksessa olevaa pientä vaihtelua. Tuotantoaluekohtaisessa tarkastelussa kenttien fosforin pidättyvyys oli huonoa. Ainoastaan kahden suon osalta, Ahvenlamminsuo ja Peuralinnannevan, päästiin yli 50 % reduktiokeskiarvon.

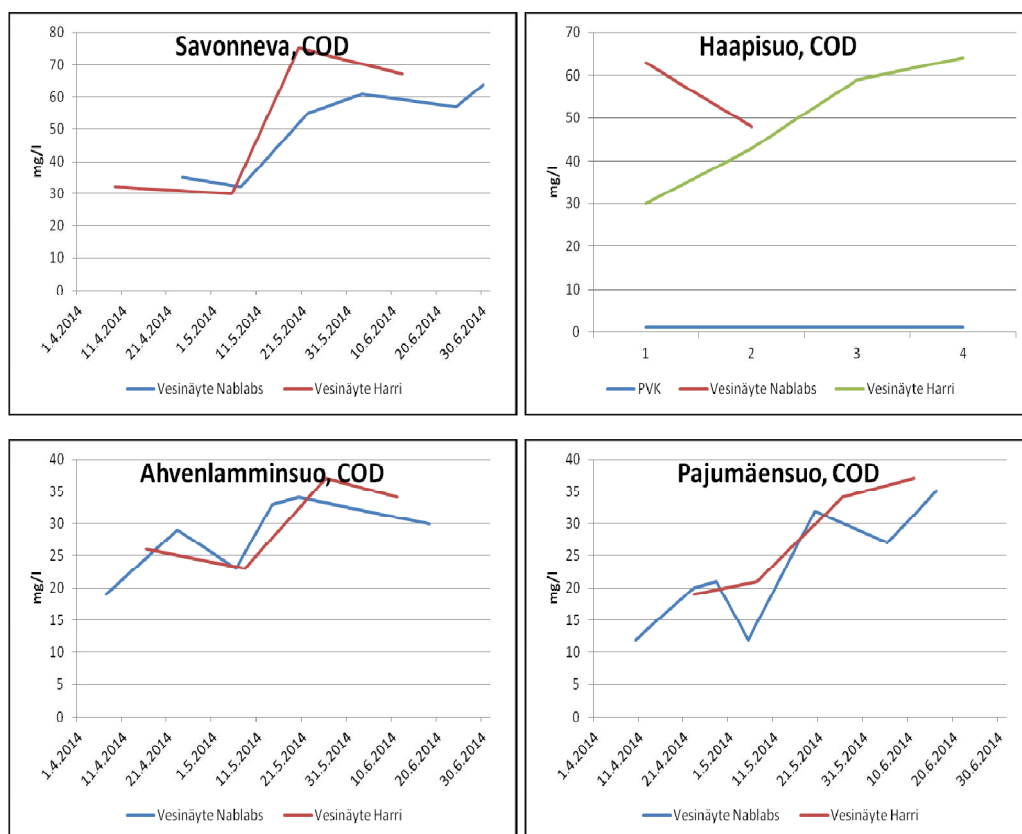
Tutkimuksen mukaan suurin osa kentistä (10/15) pidatti fosforia melko huonosti. Haapisuon ja Pajumäensuon luonnontilaisten kenttien kyky pidättää fosforia oli tutkimusaineiston mukaan huonoa. Haapisuon kenttä huuhtoi fosforia pidättämisen sijaan. Tutkimus osoitti, että Pirtti- Peurusuo, Kahasuo ja Pajumäensuo (PVK 1) eivät toimi ympäristöluvan edellyttämällä tavalla fosforin pidättymisen suhteen. Pirtti-Peurusuon pintavalutuskenttien reduktioiden keskiarvo fosforin osalta oli -150 %, mikä osoittaa kenttien erittäin huonoa fosforin pidätyskykyä.

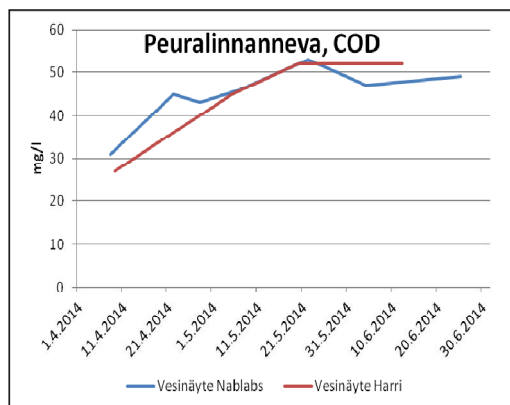
Tulosten tarkastelua lähtevän veden kokonaistypen osalta:



Tutkimus osoitti pintavalutuskentiltä lähtevän veden typen pitoisuuksien samankaltaisuutta Nab Labsin ja ELY-keskuksen näytteenoton välillä. Pintavalutuskentät pidättivät typpeä hyvin tuotantoaluekohtaisessa tarkastelussa. Ainoastaan kahden tuotantoalueen pintavalutuskenttien reduktioiden keskiarvo jäi alle 20 %. Tarkasteltaessa yksittäisten pintavalutuskenttien puhdistustuloksia, tutkimustulokset osoittivat kuuden kentän jäävän alle 20 % reduktion (keskiarvo). Piiharjunnevan, Ahvenlamminsuon ja Kaijansuon (PVK 3) luonnontilaiset pintavalutuskentät pidättivät hyvin typpeä. Tutkimus osoitti, että Pirtti-Peurusuon pintavalutuskentät ja Pajumäensuon pintavalutuskenttä 1 eivät saavuttaneet ympäristölupien niille edellyttämää 20 % puhdistustehoa. Pirtti-Peurusuon (PVK 2) pintavalutuskentän noin -44 % reduktiokeskiarvo osoitti kentän pidättävän typpeä hyvin huonosti.

Tulosten tarkastelua lähtevän veden humuksen (COD_{Mn}) osalta:



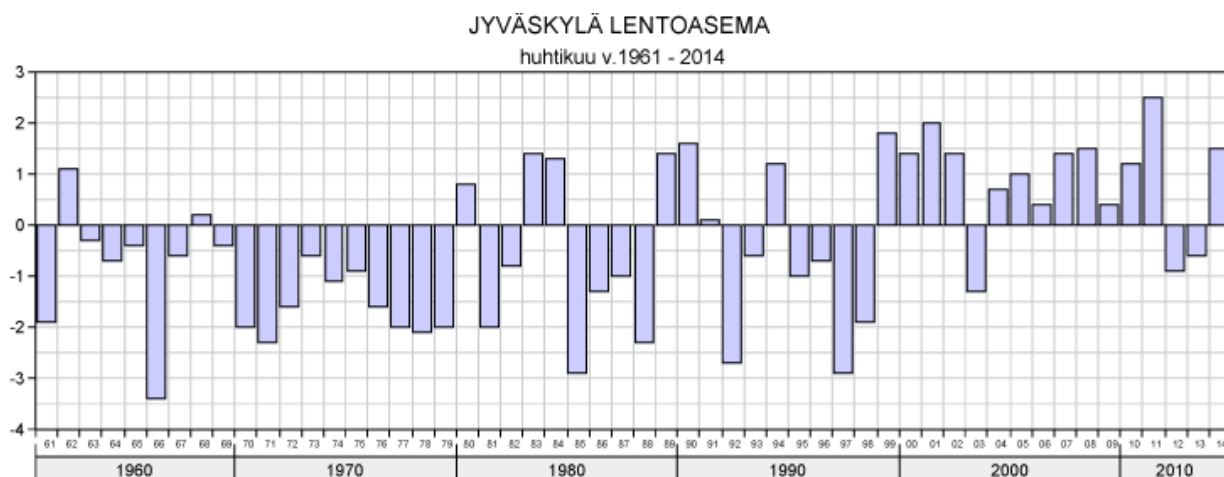


Tutkimus osoitti pintavalutuskentiltä lähtevän veden humuspitoisuuden (COD_{MN}) samankaltaisuutta konsultin ja ELY-keskuksen näytteenoton välillä. Poikkeuksena tähän trendiin olivat Piuharjunnevan (PVK 1) ja Haapisuon kenttien lähtevän veden humuspitoisuuksien eriävyys. Edellä mainittujen kenttien humuspitoisuusarvoina on käytetty keskiarvoja vuosilta 2008–2013, mikä osaltaan selittää poikkeavuuden. Piuharjunnevalta ja Haapisuolta ei ole konsultin (Nab Labs) ottamia vesinäytteitä keväältä 2014. Haapisuon ja Ahvenlamminsuon luonnontilaisten pintavalutuskenttien humuksen pidätyskyky oli huono. Humuksen huuhtoutumista tapahtui molempien kenttien osalta. Tutkimuksen mukaan ainoastaan yhden tuotantoalueen lähtevän veden humuksen reduktioiden keskiarvo (17,5 %) oli yli ympäristönsuojeluohjeistuksen mukaisen puhdistustehorajan (Ympäristöhallinnon ohjeita 2013, 42). Tutkimus osoitti yksittäisten pintavalutuskenttien puhdistustehon humuksen pidättämiseen hyvin huonoksi. Ainoastaan yhden pintavalutuskentän reduktioiden keskiarvo oli plus-merkkinen. Tutkimuksessa mukana olleiden tuotantoalueiden ympäristöluvuissa ei ole puhdistustehovaati-
musta humuksen osalta.

4.3.2 Sadanta ja lämpötila

Säähavaintoja saatiin Jyväskylän Tikkakosken lentoaseman havaintoasemalta. Tikkakoskelta on noin 50–80 kilometriä tutkimuskohteisiin. Jyväskylän lentoasemalla mitatut kuukausikeskilämpötilat olivat huhti- ja toukokuun (2014) osalta keskimääräisiä korkeammat (taulukko 14). Kesäkuussa (2014) palattiin normaaliin keskiarvolämpötilaan.

TAULUKKO 14. Kuukausikeskilämpötilan ero vertailukauden 1981 – 2010 (2,2 celsiusta) Jyväskylässä



Jyväskylän lentoaseman mittaamat huhti- ja kesäkuun kuukausisademäärien keskiarvot olivat hiukan alhaisempia kuin pitkän aikavälin (1981–2010) keskiarvot. Toukokuussa satoi jopa 10 -kertaisesti verrattuna edellisen vuoden (2013) kuukausikeskiarvoon. Toukokuun 2014 sademäärän kuukausikeskiarvo oli lähes kolminkertainen verrattuna pitkän aikavälin (1981–2010) kuukausikeskiarvoon (taulukko 15). Toukokuun runsailla sateilla ei ole tutkimuksen mukaan ollut vaikutusta pintavalutuskenttien reduktioihin.

TAULUKKO 15. Huhtikuun sademäärien kuukausikeskiarvoja

Huhtikuu Sademäärät	2014	2013	1981-2010	Kuukausisade-ennätykset				Lumensyvyys 15.4.				
	mm	mm	mm	Suurin	vuosi	Pienin	vuosi	2014	2013	1981-2010	Kuukausiennätys	
				mm		mm		cm	cm	cm	cm	pvm
Kaarina Yltöinen	19	50	32	91	1977	3,4	2009	-	14	2	80	5.4.1970
Hki-Vantaa lentoasema	13	34	32	101	1977	3,2	1987	-	29	2	78	2.4.1970
Hki Kaisaniemi	9	32	32	113	1977	1,8	1902	-	17	1	102	1.4.1941
Nokia Tottijärvi	8	43	32	83	1977	0,1	1987	-	10	7	90	1.4.1984
Jyväskylä lentoasema	21	33	35	79	1990	1,1	1902	-	32	19	88	2.4.1984
Seinäjoki Pelmaa	9	29	28	83	2001	2,6	1974	-	25	6	70	2.4.1984
Maaninka Halola	25	45	30	67	1994	5,7	1998	-	31	23	91	1.4.1981
Siikajoki Revonlahti	11	30	22	72	1973	5,0	1974	-	20	16	94	1.4.1969
Sodankylä	31	33	29	79	2000	6,0	1909	62	72	69	119	6.4.2000
Utsjoki Kevo	10	20	25	55	2000	5,8	1970	44	74	65	114	2.4.1992

5 POHDINTA

Keski-Suomen turvetuotanto on voimakkaasti keskittynyt Saarijärven reitin alueelle, jossa on lähes puolet maakuntamme turvetuotantopinta-alasta. Turvetuotannon vesistövaikutukset ovat nousseet merkittävästi esille Keski-Suomessa parin viime vuoden

aikana. Haitankärsijät ovat perustaneet vesiensuojeluyhdistyksiä Keski-Suomen alueelle, koska ovat olleet huolissaan turvetuotannon kiintoaine- ja humushaitoista. Lisäksi Suomen luonnonsuojeluliitto ja paikalliset osakaskunnat ovat olleet voimakkaasti mukana Keski-Suomen ”turvekeskusteluissa”. Turvetuotannon ympäristöongelmiin Keski-Suomessa otetaan aktiivisesti kantaa myös kuntapäättäjien puolelta sekä jopa ministerien kannanottoja myöten. Kansalaisten ja kuntapäättäjien aktivoituminen näkyy viranomaisten toiminnassa työn lisääntymisenä. Turvetuotantoalueiden lupahakemukset lisäävät kannanottojen ja valitusten määrää. Keski-Suomessa melkein jokaisesta lupapäätöksestä valitetaan Vaasan hallinto-oikeuteen ja korkeimpaan hallinto-oikeuteen.

Vesiensuojelun haasteena Keski-Suomessa on tuotantoalueiden voimakas keskittyminen tietyille vesistöalueille, kuten Saarijärven reitille. Uusia ympäristölupahakemuksia on jätetty viimeisen parin vuoden aikana huomattava määrä. Vesiensuojelussa tulee kiinnittää erityishuomio uusien alueiden ohella vanhojen pienten alueiden vesiensuojelun tehostamiseen ja hallittuun jälkikäyttöön.

Turvetuotannon lupamääräykset ovat kiristyneet ja uusilta tuotantoalueilta vaaditaan aina parasta käyttökelpoisinta tekniikkaa, mikä määritellään tapauskohtaisesti ympäristölupaa haettaessa. Keski-Suomessa turvetuotannon vesiensuojelua on omatoimisesti tehostanut Vapo Oy, jonka valtakunnallisena tavoitteena on kaikkien tuotantoalueiden 100 % BAT vuoden 2014 loppuun mennessä. Lisäksi Vapo Oy tulee asentamaan Keski-Suomen alueelle 5 jatkuvatoimista veden laadun mittalaitetta vuoden 2014 loppuun mennessä. Tämä tulee tehostamaan turvetuotantoalueiden päästötarkkailua nykyisen käsinäytteenottoon perustuvan tarkkailun rinnalla. Tämä mahdollistaa yhdessä jatkuvatoimisen virtaamamittauksen kanssa paremman rankkasade- ja ylivirtaamatilanteiden seurannan.

Turvetuotannon vesiensuojelun kehittämisessä tärkeä rooli on tutkimushankkeilla, joilla pyritään löytämään uusia toimivia ja kustannustehokkaita menetelmiä korvaamaan nykyisiä vesienkäsittelyrakenteita. Keski-Suomessa saatiin kevään 2014 aikana päätökseen valtakunnallinen TASO-hanke, jonka tavoitteena oli kehittää uusia vesiensuojelukeinoja ja edistää jo käytössä olevien menetelmien toimivuutta kiintoaine sekä ravinnepäästöjen vähentämiseksi.

Kasvillisuuskentillä, kosteikoilla ja ympärivuotisella pintavalutuksella voidaan pitää turvetuotannon vesiensuojelun taso hyvälaatuisena. Meille kaikille on tärkeää turvata lähivesistöjemme luonnon- ja virkistysarvot sekä pyrkiä osaltaan säilyttämään myös rantakiinteistöjen taloudellinen arvotekijä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ympärivuotisen pintavalutuksen toimivuutta ja puhdistustehoa tulee tarkastella tapauskohtaisesti. Tulosten perusteella pintavalutuskentistä erottui sekä hyvin että melko huonosti toimivia kohteita. Tutkimus osoitti, että luonnontilaiset pintavalutuskentät toimivat pääsääntöisesti paremmin kuin vanhat metsäojitetut alueet. Poikkeuksena oli Haapisuon pintavalutuskenttä, jonka kiintoaineen reduktioiden keskiarvo jäi 26,5 %:iin ja ravinteiden sekä humuksen osalta tapahtui huuhtoutumista. Pintavalutuskentät pidättivät kiintoainesta melko hyvin, reduktioiden keskiarvo oli 56, 2 %. Tuotantoaluekohtaisesti tarkasteltuna fosforin pidätyminen oli heikohkoa (reduktioiden keskiarvot, kokonaisfosfori 5,2 % ja kokonaistyyppi 21,3 %). Useilla tutkimuskohteilla pintavalutus jopa lisäsi fosforin (ravinteiden) pitoisuuksia ja reduktiot olivat negatiivisia. Tutkimuskohteiden humuksen pidätyskyky oli negatiivinen eli tapahtui huuhtoutumista. Poikkeuksen muodosti Piuharjunnevan luonnontilainen pintavalutuskenttä (PVK 2), jonka reduktioiden keskiarvo oli COD_{MN}:n osalta lähes 40 %.

Kiintoaineen pidättymisen kannalta on tärkeää, että kentän koko on riittävä ja veden tulee jakautua mahdollisimman tasaisesti koko alueelle. Tutkimus osoitti kenttien pidättävän fosforia melko huonosti. Kentällä tulee olla riittävä kasvillisuus, jotta ravinteita käsittelevät prosessit saadaan toimimaan (denitrifikaatio-nitrifikaatio). Lisäksi kasvit sitovat vedestä epäorgaanisia aineksia omaan kasvuunsa. Tutkimuskohteet pidättivät huonosti humusta, kuten aikaisemmat tutkimukset ovat tämän myös osoittaneet (Suomen ympäristö 2012, 27). Humus eri muodoissaan on vaikeasti puhdistettavaa ja tähän tulisi uusissa vesiensuojeluhankkeissa kiinnittää erityistä huomiota.

Jatkotutkimuksena voitaisiin käyttäen tämän tutkimuksen aineistoa tutkia tekijöitä, jotka vaikuttivat sekä pintavalutuskentän toimivuuteen että toimimattomuuteen. Tutkimustulokset sisältävät tutkimuskohteiden pitoisuusreduktioiden tarkastelua, mikä osaltaan osoittaa kentän toimivuutta. Lähtevän veden laatuun ei tutkimuksessa kiinnitetty erityisesti huomiota. Pelkästään reduktioita tarkastelemalla ei saada riittävää ku-

vaa pintavalutuskentän toimivuudesta. Tuleva ja lähtevä vesi eivät ole samaa ainetta, koska vedellä on tietty viipymä pintavalutuskentällä. Riittävän tiheällä näytteenotolla saavutetaan luotettavampia tuloksia kuin tässä tutkimuksessa on saatu. Uusissa turvetuotantoalueiden ympäristöluvissa käytetään reduktiovaatimusten rinnalla myös pitoisuusrajoja, koska tuotantoalueelle tulevan veden pitoisuus voi olla jo melko alhainen. Turvetuotantoalueiden pintavalutuskentiltä tulee lähtevän veden pitoisuuksia jatkossakin seurata riittävällä näytteenotolla (tarkkailuohjelmat), jotta turvetuotannon kuormitus alapuoliseen vesistöön olisi entistä tarkemmin tiedossa.

Jatkotutkimusta voisi olla myös veden viipymästä (varastointi) tuotantoalueella, jolloin voidaan etsiä parempia menetelmiä estää mahdollisimman tehokkaasti kiintoaineen kulkeutuminen pintavalutuskentälle.

LÄHTEET

Bilaledtin & Peltonen, Anu 2009. Turvetuotannon vesistövaikutukset Pirkanmaan 1. vaihemaakuntakaavan valmistelussa. Turvetuotannon vaikutus vesistön kokonaisfosforipitoisuuteen ja soiden käyttökelpoisuus turvetuotantoon vesistöalueiden 3. jakovaiheen tasolla. Pirkanmaan ympäristökeskus. Raportteja 4. Julkaisu on saatavana ainoastaan internetistä: www-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>. Luettu 16.8.2014.

Eerola, Marjaana 2011. Vesienhoidon asettamat tavoitteet turvetuotannon vesiensuojelulle. Oulu. Pohjois-Pohjanmaan ELY. TUKOS-hankkeen loppuraportti 1.9.2011.

Hadzic, Mirkka 2014. Kemiallisen vesienkäsittelyn ympäristövaikutuksia. SulKa-hankkeen loppuseminaari 20.05.2014.

Heikkinen, Kaisa 2011. Keskeisiä näkökohtia turvetuotantoalueelle soveltuvan vesiensuojelumenetelmän valinnassa. Seminaariesitelmä 1.9.2011. TuKos-hankkeen loppuseminaari.

Heikkinen, Kaisa 2013. Turvetuotannon vesiensuojelun kehittäminen. TASO-hankkeen loppuseminaari 2013.

Heikkinen, Heli 2012. Jatkuva toiminen vedenlaaduntarkkailu turvetuotannossa. Opinnäytetyö, Savonia-ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma.

Högmander, Pia & Pehkonen, Tuija 2013. Turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelun kehittäminen. TASO-hankkeen loppuraportti.

Ihme, Raimo 1994. Pintavalutus turvetuotantoalueiden valumavesien puhdistuksessa. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. VTT julkaisuja 798.

Ihme, Raimo 2011. Ojitetut kosteikot turvetuotannon valumavesien puhdistuksessa. TUKOS – hankkeen loppuseminaari. Oulun yliopisto 1.9.2011.

Jätelaki 646/2011. www-dokumentti. <http://www.finlex.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 20.8.2014.

Karppinen, Anssi 2013. Turvetuotannon vesiensuojelun rakenteet ja niiden teho. Luonnonvarainstituutti ja Bioenergiakeskus. Saarijärvi 6.9.2013.

Karonen, Mäntykoski & Nylander, Esko 2012. Vesien tila hyväksi yhdessä. Vaikuta vesienhoidon työohjelmaan ja keskeisiin kysymyksiin Kymijoen – Suomenlahden vesienhoitoalueella 2016 – 2021. Keski-Suomen ELY-keskus. Raportteja 58/2012.

Keski-Suomen pintavesien toimenpideohjelma vuoteen 2015. Keski-Suomen ELY-keskus.

Klöve, Saukkoriipi, Tuukkanen, Heiderscheidt, Heikkinen, Marttila, Ihme, Depre & Karppinen, Anssi 2012. Turvetuotannon vesistökuormituksen ennakointi ja uudet hallintamenetelmät. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy.

Klöve, Tuukkanen, Marttila, Postila & Heikkinen, Kaisa 2012. Turvetuotannon kuormitus. Kirjallisuuskatsaus ja asiantuntija-arvio turvetuotannon vesistökuormitukseen vaikuttavista tekijöistä. TASO-hanke. Jyväskylä: Kopijyvä.

Koistinen, Arja 2012. Turvetuottajien koulutus 10.10.2012. Saarijärvi. TASO-hanke.

Karjalainen, Marttila & Hellsten, Seppo 2014. Uusia menetelmiä turvekäytön vesistövaikutusten arviointiin latvavesistöissä. BioTar -projektin loppuraportti.

Kantonen, Sari 2011. Turvetuotannon valumavesien ympärivuotinen käsittely pintavalutuskentillä ja kosteikoilla. Diplomityö. Oulun yliopisto, prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio.

Klöve, Björn 2000. Turvetuotanto-alueen vesistökuormituksen synty. Virtaaman säädön käyttö ja soveltaminen vesiensuojeluun. Jordforsk 64/2000.

Kauranne, Leena-Marja 2009. Vesiensuojelu soiden ja turvemaiden käytössä. Kansallisen suo- ja turvemaiden strategian aloitusseminaari 21.1.2009. Ympäristöministeriö.

Laki ja asetus vesienhoidon järjestämisestä 1299/2004. www-dokumentti.
<http://finlex.fi>. Päivitetty. Päivitetty 10.7.2014. Luettu 19.8.2014.

Laki ja asetus ympäristövaikutusten arvioinnista 713/2006. www-dokumentti.
<http://finlex.fi>. Ei päivitetty. Luettu 28.8.2014.

Leinonen, Arvo 2013. Turpeen tuotanto ja käyttö. Yhteenveto selvityksistä. VTT. Raportteja 2550. Helsinki: Edita Prima Oy.

Luonnonsuojelulaki 1096/1996. www-dokumentti. <http://finlex.fi>. Päivitetty 27.6.2014. Luettu 21.8.2014.

Marttila, Hannu 2012. Orgaaninen kiintoainne turvemaiden humusvesissä -keinoja kuormituksen vähentämiseksi. Huomiota humusvesiin -seminaari 14.4.2012.

Marttila, Hannu 2004. Virtaaman säätö ja kiintoainneen kulkeutuminen turvetuotantoalueen uomissa. Diplomityö. Oulun yliopisto, prosessi- ja ympäristötekniikan osasto.

Ovaskainen, Juha 2014. Metsätaloudellisesti kannattamattomat ojitetut suot. Turvetuottajan näkökulma. Suoseuran kevätseminaari 2014.

Pekkala, Mari 2009. Turvetuotantoalueiden vesistökuormituksen arviointi YVA-hankkeissa ja ympäristölupahakemuksissa. Yhteenveto tutkimusten ja kuormitustarkkailujen tuloksista. Pöyry Environment Oy. Oulu. Yhteenvetoraportti 6.11.2009.

Pirkkonen, Heikkinen & Seppänen, Veli 2013. Loppuraportti humusvesien ensimmäisen vaiheen puhdistuskokeista. VTT. Loppuraportti.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2004. Pintavalutuskenttä - puhdistustulokseen vaikuttavat tekijät. www-dokumentti. 13.5.2004. <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>. Luettu 15.8.2014.

Postila, Heini 2007. Soistuvien metsäojitettujen turvemaiden käyttö vesiensuojelurakenteena turvetuotannon vesiensuojelurakenteena turvetuotannon vesienpuhdistuksessa. Helsinki, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Ympäristönsuojeluosasto, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen raportteja 6/2007.

Postila, Heini 2009. Uudet vesiensuojeluratkaisut -ojitetut kosteikot ja ympärivuotinen käsittely. Vesitalous 1/2009, 11-13.

Postila, Heini 2010. Turvetuotannon ympärivuotinen valumavesien käsittely. Seminaari 30.3.2010 Oulun yliopisto.

Postila, Heikkinen, Saukkoriipi, Karjalainen, Kuoppala, Härkönen, Visuri, Ihme & Klöve, Björn 2011. Turvetuotannon ympärivuotinen valumavesien käsittely. TUKOS-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy.
<http://www.ymparisto.fi/julkaisut>. Luettu 22.8.2014.

Pöyry 2009–2013. Vapo Oy Energia. Länsi-Suomen turvetuotannon päästötarkkailu 2008–2013. Keski-Suomen ELY-keskuksen alue.

Sallantaus, Tapani 1983. Turvetuotannon vesistökuormitus. Helsinki. Kauppa- ja teollisuusministeriö.

Savolainen M, Heikkinen K & Ihme Raimo 1996. Turvetuotannon vesiensuojeluohjeisto. Oulu. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Ympäristöopas 6.

Selin, Pirkko 1990. Turvesuon ympäristönsuojelu. Suosta Suomalaista elämää. Vapo Oy. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Selänne, Ansa 2014. Ajankohtaista vesienhoidon suunnittelussa Keski-Suomessa. Keski-Suomen ELY-keskus.

Selänne, Ansa 2012. Martinjärven päästöpäivä 17.8.2012. Keski-Suomen ELY-keskuksen puheenvuoro. Karstula.

Selänne, Ansa 2014. Turvetuotannon toimenpideohjelman tekstiluonnos. Keski-Suomen ELY-keskus.

Selänne, Ansa 2012. Turvetuotannon vesiensuojelussa riittää haasteita. Vesitalous 5/2012, 20-22.

Soikkeli, Jaakko 2013. Kokemuksia jatkuvatoimisista mittauksista turvetuotantoalueilla. Vapo Oy 13.2.2013.

Suomen ympäristökeskus 2012. Turvetuotannon vesistökuormituksen ennakointi ja uudet hallintamenetelmät. <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>. Luettu 19.8.2014.

Suomen ympäristökeskus. 2013. Turvetuotannon vesiensuojelu. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesien_ja_merensuojelu/Turvetuotanto. 21.1.2014. Luettu 19.8.2014.

Tattari, Koskiaho & Kosunen, Maiju 2013. Turvetuotannon kuormituslaskentasuositus ja perustelut sen käyttöönotolle. Suomen ympäristökeskus. Jyväskylä: Kopijyvä.

Tattari, Finer, Mattsson, & Koskiaho, Jari 2008. Metsätalouden alueellisen vesistökuormituksen suuruus ja sen laskenta. Vesitalous 6/2008, 5-7.

Tuukkanen, Klöve, Marttila, Heikkinen & Karppinen, Anssi 2011. Tilastollinen analyysi turvetuotannon vesistökuormitukseen vaikuttavista tekijöistä. Oulun yliopisto ja Suomen ympäristökeskus. Oulu.

Turvetuotannon tarkkailutyöryhmä 2006. Turvetuotannon tarkkailuopas. [www-dokumentti](http://www.dokumentti.fi). Julkaistu 18.5.2006. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=51169&lan=fi>. Luettu 22.8.2014.

Vahti 2014. Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä. Suomen ympäristökeskus.

Vesilaki 587/2011. [www-dokumentti](http://finlex.fi). <http://finlex.fi>. Päivitetty 22.8.2014. Luettu 30.8.2014.

Virtuaalisuo 2007. Jyväskylän yliopisto. <http://agl.cc.jyu.fi/visu/index.php>. Luettu 24.8.2014.

Väyrynen, Aaltonen, Haavikko, Juntunen, Kalliokoski, Niskala, & Tukiainen, Ossi 2008. Turvetuotannon ympäristönsuojeluopas. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy.

Ympäristöministeriö 2007. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Valtioneuvoston periaatepäätös. www-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=66351&lan=fi>. Luettu 24.8.2014.

Ympäristöministeriön työryhmä. 2013. Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje. Ympäristöministeriö. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B0A662948-2998-46D6-81FC-659DD191EA09%7D/56795>. 21.1.2014. Luettu 28.8.2014.

Ympäristönsuojeluasetus 713/2014. www-dokumentti. <http://finlex.fi>. Luettu 11.10.2014.

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. www-dokumentti. <http://finlex.fi>. Luettu 2.9.2014.

LIITTEET

Liite 1. Saarijärven reitin valumaosa-alueet

Liite 2. Piuharjunnevan purkautuvan veden laatu 2009–2010

Liite 3. Haapisuon purkautuvan veden laatu 2012–2013/Piuharjunnevan purkautuvan veden laatu 2008

Liite 4. Tutkimusaineisto pintavalutuskentän pinta-alan ja reduktion riippuvuuden laskemiseksi

Liite 5. Turvetuotannon ympäristönsuojelun omavalvontalomake

Liite 6. Tutkimuksen vesinäytetulokset

LIITE 1.

Saarijärven reitin valumaosa-alueet (Kuvälähde: Liukkonen 2014)

Ympäristökarttapalvelu Karpalo
9-syys-2014

Saarijärven reitin valuma-alue



ETRS-TM35FIN

1: 400 000

- Purkupisteet
- Valuma-alueet (1.jakovaihe)
- Valuma-alueet (3.jakovaihe)



LIITE 2.

Piuharjunnevan velvoitetarkkailu v. 2009–2011 (Kualähde: Pöyry 2010/2011)

Taulukko 1 Piuharjunnevalta purkautuvan veden keskimääräinen laatu vuonna 2009

Piuharjunneva 2009	pH 25°C	Kiinto- aine mg/l	Kok. typpi µg/l	Amm. typpi µg/l	Kok. fosfori µg/l	CODMn mg/l
Lohko 1 pvk yp, 11.3.-28.10.2009, 3 kpl - keskiarvo	4,9	16	3937	1850	110	80
Lohko 1 pvk ap, 11.3.-28.10.2009, 3 kpl - keskiarvo	5,3	9,3	3233	1275	100	67
Lohko 2 pvk yp, 11.3.-28.10.2009, 3 kpl - keskiarvo	5,6	42	3327	1225	130	77
Lohko 2 pvk ap, 11.3.-28.10.2009, 3 kpl - keskiarvo	5,3	35	1793	62	95	66
Vapo LS 2009 pysyvät tarkkailuasemat	6,0	10	1855	729	82	47
luonnontilaiset suot		2	500		20	

Taulukko 1 Piuharjunnevalta purkautuvan veden keskimääräinen laatu vuonna 2010

Piuharjunneva 2010	pH 25°C	Kiinto- aine mg/l	Kok. typpi µg/l	Amm. typpi µg/l	Kok. fosfori µg/l	CODMn mg/l
Lohko 1 pvk yp, 1.3.-17.10.2010, 3 kpl - keskiarvo 2010	5,5	41	3227	2000	154	72
- keskiarvo 2009	4,9	16	3937	1850	110	80
Lohko 1 pvk ap, 1.3.-17.10.2010, 3 kpl - keskiarvo 2010	5,7	17,3	2240	860	112	60
- keskiarvo 2009	5,3	9,3	3233	1275	100	67
Lohko 2 pvk yp, 1.3.-17.10.2010, 3 kpl - keskiarvo 2010	5,9	12	2897	1280	90	61
- keskiarvo 2009	5,6	42	3327	1225	130	77
Lohko 2 pvk ap, 1.3.-17.10.2010, 3 kpl - keskiarvo 2010	5,5	8,2	1540	635	62	55
- keskiarvo 2009	5,3	35	1793	62	95	66
Vapo LS 2010 pysyvät tarkkailuasemat	6,0	9,2	2194	945	72	51
luonnontilaiset suot		2	500		20	

LIITE 3.

Haapisuon ja Ristisuon velvoitetarkkailut vuosina 2012–2013 (Kualähde: Pöyry 2014), Piiharjunnevan velvoitetarkkailu 2008 (Kualähde: Pöyry 2009)

Taulukko 3 Haapisuon pintavalutuskentän yläpuolinen vedenlaatu 17.6.2013, Haapisuolta purkautuvan veden keskimääräinen laatu vuosina 2012–2013. Vertailuarvoina läheisen Vapo Oy:n Pirttisuon keskimääräinen laatu hydrologisina vuosina 2012 ja 2013, Vapo Oy:n läntisen Suomen turvetuotannon ympärivuotisten ominaiskuormitusoiden keskimääräinen vedenlaatu hydrologisina vuosina 2012 ja 2013 sekä taustahuuhtouman laskennassa käytettyjä luonnontilaisen suon vertailuarvoja.

Näyttenro	pvm	pH 25°C	Kiinto- aine mg/l	Kok. typpi µg/l	Amm. typpi µg/l	Kok. fosfori µg/l	Fosf. fosfori µg/l	Rauta mg/l	COD _{Mn} mg/l
Yläpuoli	17.6.2013	6,1	11	2 000	900	56	4	3,6	48
Alapuoli keskiarvo 2012		4,5	7,5	1 942	691	49	9,5	1,1	63
Alapuoli keskiarvo 2013		5,4	8,7	1 761	793	44	13	1,2	48
Vapo Oy Pirttiahonsuo 2012		5,5	8,8	2 486	847	145	58,4	5,1	69
Vapo Oy Pirttiahonsuo 2013		5,5	12,1	2 266	629	118	52	4,9	58
Vapo LS 1.11.11-30.10.12		5,8	5,0	1 565	468	64	36	4,1	51
Vapo LS 1.11.12-30.10.13		5,7	8,9	1 547	575	61	21	3,3	44
Luonnontilainen suo			2,0	500		20			35

Taulukko 1 Piiharjunnevalta purkautuvan veden keskimääräinen laatu vuonna 2008

Piiharjunneva 2008	pH 25°C	Kiinto- aine mg/l	Kok. typpi µg/l	Amm. typpi µg/l	Kok. fosfori µg/l	COD _{Mn} mg/l
Lohko 1 pvk yp, 6.10.-24.11.2008, 3 kpl - keskiarvo	4,7	17	2900	1013	114	85
Lohko 1 pvk ap, 6.10.-24.11.2008, 3 kpl - keskiarvo	4,7	14	2867	993	120	81
Lohko 2 pvk yp, 28.4.-24.11.2008, 16 kpl - minimi	6,0	6	940	75	38	42
- keskiarvo	5,5	24	1581	343	65	59
- maksimi	5,9	66	2700	670	110	89
Lohko 2 pvk ap, 21.4.-24.11.2008, 15 kpl - minimi	4,3	2,5	440	5	15	29
- keskiarvo	5,7	8,7	611	27	29	40
- maksimi	6,5	21	920	150	50	58
Vapo LS 2008 pysyvät tarkkailuasemat	6,0	8,9	1794	711	77	48
luonnontilaiset suot		2	500		20	

LIITE 4.

Tutkimusaineisto pintavalutuskentän pinta-alan ja reduktion riippuvuuden las- kemiseksi (Kualähde: Liukkonen 2014)

PVK	pinta-ala ha	kiintoaine reduktio %	fosfori reduktio %	typpi reduktio %	COD _{Mn} reduktio %	Pearsonin korrelaatio	kiintoaine
Piuharjunneva 1	1,5	12,3	- 9,0	- 4,6	- 2,8	r	0,62
Piuharjunneva 2	1,5	59,2	66,8	50,5	37,8	Reduktion ja pinta-alan välinen korrelaatio r=0,62	
Pirtti-Peurusuo 1	4	45,4	- 28,9	4,9	- 20,9		
Pirtti-Peurusuo 2	2,9	29	- 270,3	- 43,9	- 68,6	39 prosenttia selittyy pinta-alalla	
Kaijansuo 1	6,9	85,1	60,4	50,0	- 15,4		
Kaijansuo 2	4	56,6	23,7	7,8	- 0,3		
Kaijansuo 3	2,5	55,1	- 1,7	67,5	- 9,5		
Savonneva 1	2,7	80,9	48,0	39,9	- 88,4		
Haapisuo 1	3,6	26,5	- 4,1	- 3,5	- 32,5		
Kahasuo	2,5	43,2	8,8	19,6	- 19,0		
Ahvenlamminsuo	2,7	79	78,1	41,2	- 9,5		
Pajumäensuo 1	2,4	72	25,6	15,2	- 64,9		
Pajumäensuo 2	0,6	27,1	23,0	16,8	- 15,0		
Pajumäensuo 3	5,9	80,7	- 1,0	34,8	- 29,7		
Peuralinnanneva 1	7,6	91,3	59,0	23,4	- 16,2		

LIITE 5. (1)

Turvetuotannon ympäristönsuojelun omavalvontalomake (Kualähde: TASO-hanke 2011–2013)

OMAVALTALOMAKE TURVETUOTANNON YMPÄRISTÖNSUOJELU



Tuotantoalueen nimi: _____

Pvm: _____

Tarkastettu lohko(t): _____

Tarkastuksen suorittaja: _____

VESIENKÄSITTELYRAKENTEET

Ojat:	Rakenne kunnossa		Jos ei, niin mikä vikana? Mitä tehty (miten korjattu tai korjaussuunnitelma)?	Korjattu	Pvm
	kyllä	ei			
<input type="checkbox"/> Sarkaojat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Ojapöytä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Lietesvennykset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Lietteenpidättimet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Päisteputket	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Kokooajat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Reunaojat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Eristysojat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Lietesvennykset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Laskuojat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____

KESKITETYT VESIENKÄSITTELYRAKENTEET:

<input type="checkbox"/> Laskeutusaltaat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Puomit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Patorakenteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Läjitysmaat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Virtaamansäätöpadot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____

LIITE 5.(2)

Turvetuotannon ympäristönsuojelun omavalvontalomake (Kualähde: TASO-hanke 2011–2013)



KESKITETYT VESIENKÄSITTELYRAKENTEET

	Rakenne kunnossa		Jos ei, niin mikä vikana? Mitä tehty (miten korjattu tai korjaussuunnitelma)?	Korjattu	Pvm
	kyllä	ei			
<input type="checkbox"/> Pintavalutuskentät	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Kosteikot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Kasvillisuuskentät	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Pumpaamot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Mittapadot ja -kaivot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Kemialliset puhdistamot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____

TUOTANTOALUEEN TUKIKOHTA

<input type="checkbox"/> Säähavaintolaitteet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Öljyjen ja polttoaineiden säilytys....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Jätteenkeräys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Yleinen siisteys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/> Kulku tuotantoalueelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____

Omavalvonnassa huolehditaan myös työmaapäiväkirjan asianmukaisesta täyttämisestä sekä siitä, että lupamääräykset ovat kaikkien työntekijöiden nähtävillä!

MUUTA HUOMIOITAVAA:

LITE 6.

Tutkimuksen vesinäytetulokset 120 kpl (Kuvalähde: Liukkonen 2014)

[illegible]

4	1	9.4.2014	8,5	83	1700	21	7,28	2,9	55	1300	32
4	1	5.5.2014	19	68	2100	9,2	7,28	3	35	970	30
4	1	20.5.2014	15	89	2000	44	3,55	6	43	1200	75
4	1	12.6.2014	15	100	2600	64	3,55	4	42	1500	67
Haapisuo											
5	1	15.4.2014	8	50	1600	18	17,40	4	44	1500	30
5	1	6.5.2014	6	43	1800	30	7,28	1,4	43	1800	43
5	1	22.5.2014	11	74	3000	48	0,20	1	46	1700	59
5	1	10.6.2014	8,5	53	2000	66	4,62	18	86	3200	64
Kahasuo											
6	1	15.4.2014	380	340	1500	20	12,70	340	290	1400	20
6	1	6.5.2014	33	78	910	14	12,70	20	82	900	20
6	1	22.5.2014	13	52	1400	30	5,86	7,3	49	800	30
6	1	10.6.2014	76	100	1300	27	8,90	16	80	940	36
Ahvenlamminsuo											
7	1	16.4.2014	2,5	55	1400	26	12,70	1	25	960	26
7	1	8.5.2014	5,5	76	890	20	5,86	1	14	480	23
7	1	26.5.2014	15	100	1200	35	5,86	2	12	630	37
7	1	11.6.2014	20	110	1000	29	3,55	2,5	13	600	34
Pajumäensuo											
8	1	23.4.2014	23	59	1100	11	0,47	5,3	49	860	19
8	2		17	87	1200	17	1,29	6,7	78	960	21
8	3		21	100	1900	33	4,62	7,5	180	1500	48
8	1	7.5.2014	8,8	42	680	11	7,28	4	34	710	21
8	2		17	87	1200	17	1,29	6,7	78	960	21
8	3		16	93	1500	38	3,55	2,5	100	1200	55
8	1	26.5.2014	36	100	1500	23	5,86	7,2	56	1100	34
8	2		2	97	760	16	4,62	2,8	50	680	20
8	3		26	120	2800	72	23,00	4,5	94	1500	78
8	1	11.6.2014	15	67	1200	25	1,29	3,5	52	1000	37
8	2		17	100	2300	50	1,29	7,6	72	1300	44
8	3		23	160	2900	69	2,64	2	62	1400	83
Peuralinnanneva											
9	1	9.4.2014	37	81	1600	19	0,00	3,4	32	1400	27
9	1	5.5.2014	38	110	1800	31	0,08	2,6	43	1700	45
9	1	20.5.2014	38	96	1900	64	2,64	2,5	48	1900	52

9	1	12.6.2014	8,3	65	2500	54	4,62	1	23	1200	52
---	---	-----------	-----	----	------	----	------	---	----	------	----